

TOPOGRAPHISCH - METRISCHE  
BEZIEHUNGEN AM ZILIARKÖRPER  
DES KINDLICHEN AUGES  
IM HINBLICK  
AUF DIE PARS PLANA LENSEKTOMIE

Rudolf H. Dietl

Disbui. München

1988







Aus der Augenklinik der Universität München  
Vorstand : Professor Dr. O.-E. Lund

TOPOGRAPHISCH - METRISCHE BEZIEHUNGEN  
AM ZILIARKÖRPER DES KINDLICHEN AUGES  
IM HINBLICK AUF DIE  
PARS PLANA LENSEKTOMIE

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Rudolf H. Dietl  
aus  
Freising

1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter : Professor Dr. F.H. Stefani

Mitberichterstatter: Professor Dr. U. Welsch

Dekan: Professor Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Februar 1988

Herrn Professor Dr. O.-E. Lund danke ich sehr für die Möglichkeit, an der Münchener Universitäts-Augenklinik arbeiten zu können.

Für die Überlassung des Themas, insbesondere aber für die wertvollen Anregungen und die großzügige, stets freundliche Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit sei Herrn Professor Dr. F. H. Stefani herzlich gedankt.

Einen Großteil der untersuchten Augen stellte mir Herr Privatdozent Dr. K. Riedel zur Verfügung, dem ich dafür zu großem Dank verpflichtet bin.

Ebenso gilt mein Dank Frau Kuhlmann und Frau Treibs für ihre unermüdliche Hilfe, besonders bei der Bearbeitung des Bildmaterials.



## Inhaltsverzeichnis

|                                                                          | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| I. Einleitung                                                            | 1     |
| I.1 Anatomie des Ziliarkörpers beim Erwachsenen                          | 3     |
| I.2 Entwicklung des Ziliarkörpers                                        | 6     |
| I.3 Technik der Pars-plana Lensektomie                                   | 10    |
| II. Fragestellung                                                        | 12    |
| III. Material und Methode                                                | 14    |
| IV. Ergebnisse                                                           | 18    |
| IV.1 Ergebnisse der Messungen                                            | 18    |
| IV.2 Ergebnisse der Versuche mit Insertion<br>einer 20 G-Injektionsnadel | 51    |
| V. Diskussion                                                            | 57    |
| VI. Zusammenfassung                                                      | 68    |
| Literaturverzeichnis                                                     | 69    |
| Lebenslauf                                                               | 76    |



## I. Einleitung

Die angeborene Katarakt ist meist bilateral und genetisch determiniert, oder intrauterin erworben, z. B. als Folge einer mütterlichen Rötelninfektion im ersten Trimester der Schwangerschaft. Die meisten kongenitalen Katarakte schreiten nur langsam fort oder verschlechtern den Visus aufgrund geringer Dichte nicht so stark, daß eine Operation vor dem zehnten bis fünfzehnten Lebensjahr erforderlich wäre.

Ist jedoch die Sehbehinderung durch die Linsentrübung bei der Geburt bereits so stark ausgeprägt, daß eine Amblyopie zu entstehen droht, muß so bald als möglich, auf jeden Fall aber innerhalb der kritischen Phase der Funktionsentwicklung der Makula (vor der achten Lebenswoche) eine klare, zentrale Sehlücke operativ geschaffen werden.

Die Linsenentfernung ist im Grunde durch zwei Operationszugänge möglich: Die eine, bewährte Möglichkeit besteht darin, die Linse über die Vorderkammer durch die Hornhaut bzw. den Limbus zu extrahieren oder abzusaugen. Auf die Besonderheiten der intracapsulären und extracapsulären Operationstechnik soll hier nicht näher eingegangen werden. Die andere Möglichkeit, die in letzter Zeit häufiger diskutiert und auch angewendet wird, ist der transsklerale Operationszugang durch die Pars plana des Ziliarkörpers,

die sich wegen ihrer unkomplizierten Struktur anbietet.

Die Idee der Linsenentfernung durch die Pars plana des Ziliarkörpers ist nicht neu. Vor Jahrzehnten schon haben chinesische Augenärzte eine Technik benutzt, die sie als " mit dem Netz einfangen " bezeichneten. Am aufrecht sitzenden Patienten machte der Chirurg temporal eine 6 mm lange Inzision in die Pars plana und führte ein stumpfes Instrument ein. Damit streifte er die Zonulafasern in drei Quadranten ab und ließ die Linse inferonasal hängen. Daraufhin setzte er ein schmales, fischnetzartiges Gerät ein, mit dem die ganze Linse eingefangen wurde. Nach dem Schließen des Netzes zog es der Chirurg heraus. Technisch waren die Bedingungen sehr ungünstig, unter denen diese schwierige Operation durchgeführt wurde. Über Komplikationen, insbesondere über die Häufigkeit einer Netzhautablösung, haben sie nicht berichtet (WARING, 1982).

Die Inzision durch die Sklera und den Ziliarkörper, die beim Erwachsenen wegen der großen Breite der Pars plana verhältnismäßig leicht durchführbar ist, gestaltet sich bei Kleinkindern und Neugeborenen mit ihren insgesamt kleineren Augen schwierig. Man ist sich nämlich über die Lage und Ausdehnung der Pars plana nicht sicher (TAYLOR, 1981; STARK, 1979), da sie sehr schmal und großen Schwankungen unterworfen ist. Dies ist besonders wegen der benachbarten Strukturen von Bedeutung, zum einen der stark gefäßversorgten

Pars plicata des Ziliarkörpers und zum anderen der Ora serrata mit angrenzender Retina, die für mögliche intraoperative und postoperative Komplikationen in Betracht gezogen werden müssen.

# I. 1 Die Anatomie des Ziliarkörpers beim Erwachsenen

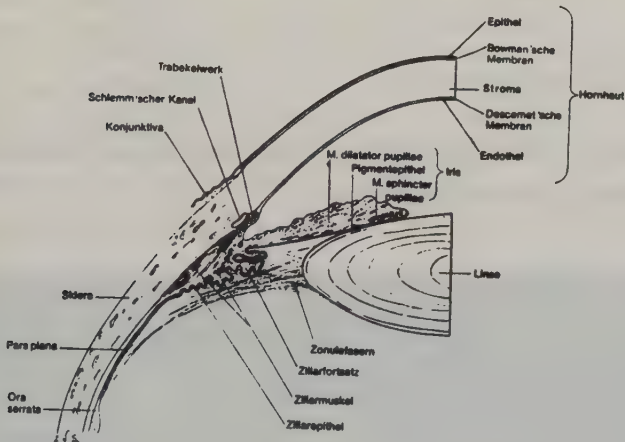


Abb. 1: Ziliarkörper am Auge des Erwachsenen, (aus VAUGHAN D, ASBURY T, General Ophthalmology)



|                                 | temporal                 | nasal      |
|---------------------------------|--------------------------|------------|
| Abstand Limbus - Skleralsporn   | 1,5 mm                   | 1,5 mm     |
| Abstand Limbus - Ora serrata    | 7,5-8,0 mm               | 6,5-7,0 mm |
| Länge des Ziliarkörpers         | 5,6-6,3 mm               | 4,5-5,2 mm |
| Breite der Pars plicata des Zk. | Mittelwert<br>2,0 mm     |            |
| Breite der Pars plana des Zk.   | Mittelwert<br>3,5-4,5 mm |            |

Tab. 1: Maße am Ziliarkörper des Erwachsenen nach JAKOBIEC und OZANICS (1982).

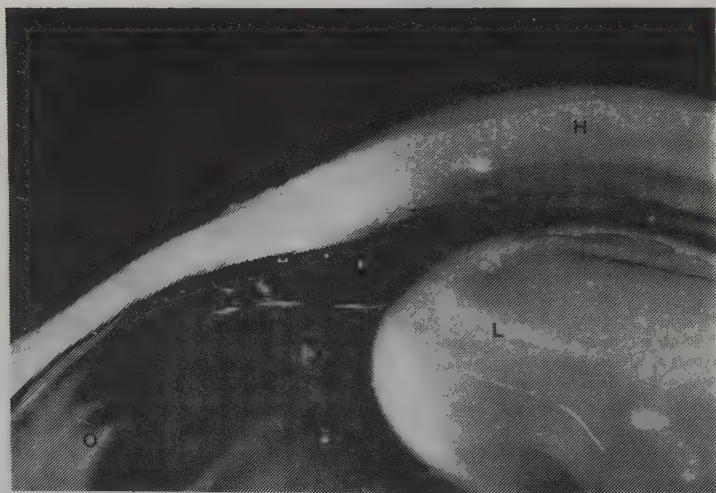


Abb. 2: Kammerwinkel und Ziliarkörper eines horizontal zer-  
teilten kindlichen Auges.

(L = Linse, O = Ora serrata, P = Pars plicata,  
H = Hornhaut)

Die Pars plana des Ziliarkörpers (Abb. 1) , die hier von besonderem Interesse ist, ist von zwei Strukturen begrenzt. Vorne grenzt sie an die Pars plicata des Ziliarkörpers mit den Ziliarzotten. Diese Ziliarfortsätze haben eine durchschnittliche Länge von 2 mm und werden im Laufe des Lebens länger.

Die hintere Begrenzung bildet die Ora serrata, deren Zähnung individuell sehr verschieden ist. In etwa 16 % aller Augen findet man Riesenorazähne (= Meridionalkomplexe), die sich über die gesamte Pars plana erstrecken können (HOGAN et al., 1971). Sie können sich nach hinten in periphere Netzhautfalten fortsetzen und sind bei mißgebildeten, hyperopen Augen häufiger (MANN, 1949).

Weiter ist die innere Pars plana - Fläche ein Teil der Glaskörperbasis. Diese Anheftungszone des Glaskörpers erstreckt sich von der peripheren Retina bis etwa 2 mm auf den hinteren Ziliarkörper.

## I. 2 Entwicklung des Ziliarkörpers

Der Ziliarkörper enthält im Gegensatz zur Aderhaut auch eine neuroektodermale Komponente und liegt in seiner Entwicklung hinter der Retina zurück. Ab dem 3. Schwangerschaftsmonat (etwa im 50-54 mm Stadium) differenziert sich das innere Augenbecherblatt in Pars optica und Pars ciliaris. Aus letzterem bildet sich durch longitudinal angeordnete Einscheidungen die Vorläufer der Ziliarfortsätze. Durch dysproportionales Wachstum von Pars optica und Bulbuswanderung nach hinten geschoben, entsteht ab dem 5. Monat ein glatter Bereich aus beiden epithelialen Schichten, der äquatorial zu den primitiven Ziliarfortsätzen liegt. Er entspricht der zukünftigen Pars plana. Die weitere Entwicklung ist ein langsamer Prozess: Im 6. Monat liegt die Ora serrata auf einer Ebene mit dem Ziliarmuskel, im 7. Monat auf seinem hinteren Drittel, im 9. Monat an seiner Hintergrenze und bei der Geburt dahinter. So ist die Entwicklung des Ziliarkörpers und insbesondere der Pars plana einem ausgeprägten Gestalt- und Größenwandel unterworfen (MANN, 1949; DAICKER, 1972; OZANICS und JAKOBIEC, 1982).

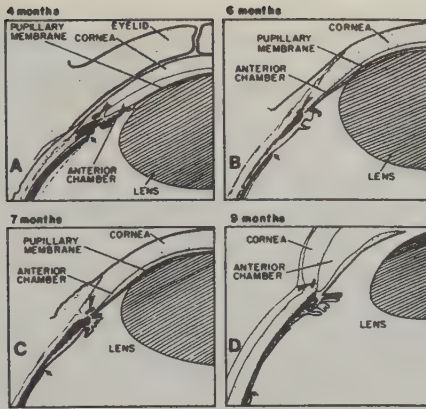


Abb. 3: Schema des sich entwickelnden Ziliarkörpers:

- 4 Monate: grobe Anlage der Ziliarmuskelfasern  
(meridional)
- 6 Monate: meridionale Ziliarmuskelfasern verbinden sich mit dem Skleralsporn, circuläre Fasern beginnen sich zu differenzieren.  
Pars plana verlängert sich.
- 7 Monate: ein Drittel der Pars plana bedeckt die meridionalen Ziliarmuskelfasern.
- 9 Monate: die Pars plana wird länger und bedeckt über 2 Drittel der meridionalen Fasern.

← : Ora serrata      ◀ : Schlemm'scher Kanal

(entnommen aus: OZANICS V und JAKOBIEC FA: Prenatal development of the eye and its adnexa. In: JAKOBIEC FA: Ocular anatomy, embryology and teratology)

DAICKER (1972) stellte in einer Untersuchung an 13 Augen fest, daß die Pars plana ab der 26. Schwangerschaftswoche temporal etwas breiter wird als nasal (vgl. Abb. 4) . Am Auge des Erwachsenen beträgt diese Differenz 0,2 - 1,2 mm.

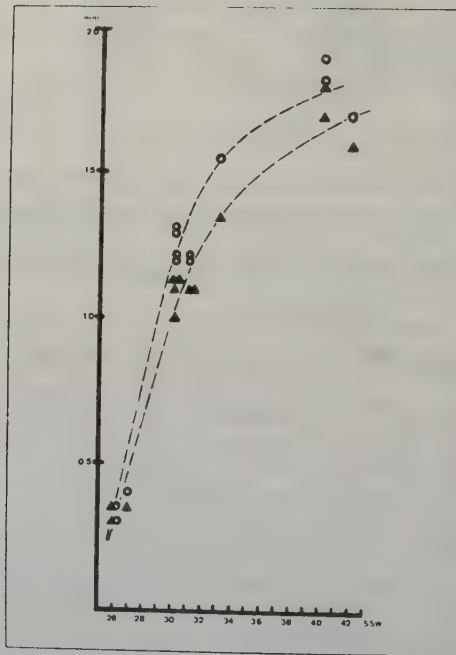


Abb. 4: Breitenentwicklung der Pars plana (13 Feten der 26. SSW bis zum Partus am Termin).

▲ : nasal      ○ : temporal.

(entnommen aus: DAICKER B: Anatomie und Pathologie der menschlichen retinoziliaren Fundusperipherie. S. 6)

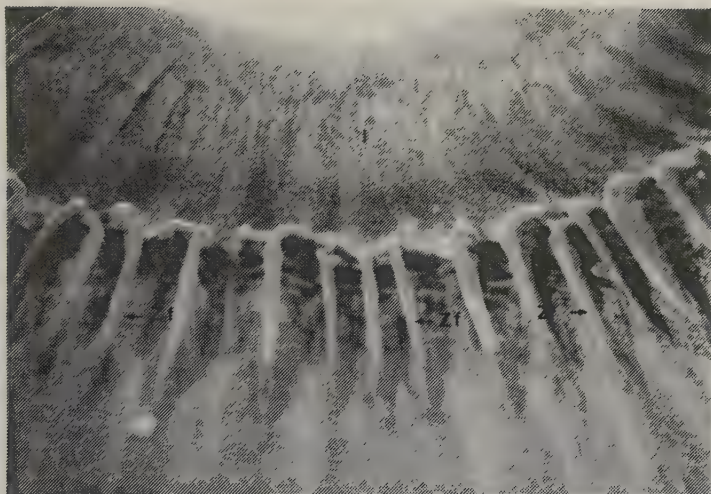


Abb. 5: 39. SSW: Pars plicata des Ziliarkörpers mit sehr schmalen Ziliarfortsätzen (Zf). (I = Irisrückfläche).

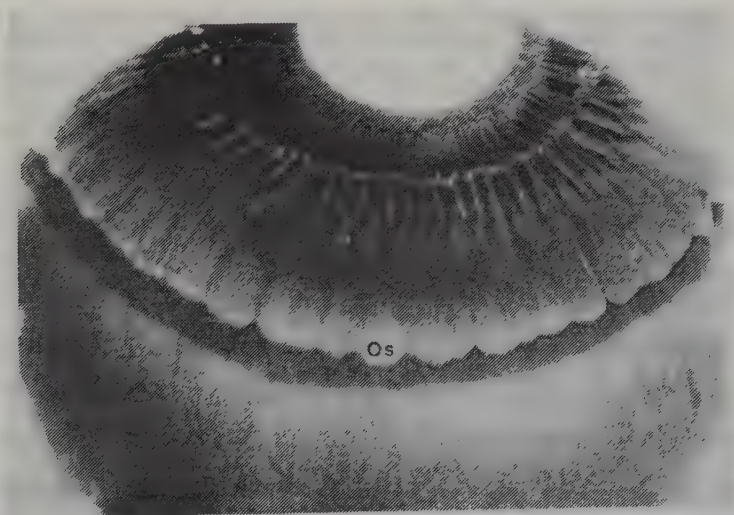


Abb. 6: 39 SSW: Ziliarkörper nach Ablösung der Retina und Entfernung der Linse. Ungewöhnlich ist die dichte Pigmentierung zentral der Ora serrata (Os).

### I. 3 Technik der Pars plana-Lensektomie

Seit der Einführung und Weiterentwicklung der Machemer-Vitrektomiegeräte wurde als zusätzliche Möglichkeit der Katarakt-Chirurgie die Pars plana-Lensektomie bei besonderen Formen der Linsentrübung vorgeschlagen. Darüberhinaus favorisiert insbesondere GIRARD die Pars plana-Lensektomie mit einem Emulsifikationsgerät und Saug-Scheidegeräten für fast alle Formen von Linsentrübungen. Während eine derartig breite Anwendung der Pars plana-Lensektomie sich bisher nicht allgemein durchgesetzt hat, so wird diese Operationsmethode jedoch zunehmend bei kongenitalen oder juvenilen Katarakten und bei traumatischen Linsentrübungen (besonders mit Linsenkapselverletzungen), als Methode der Wahl vorgestellt. Wesentliches Argument hierfür ist, daß mit diesem Eingriff gerade bei der kongenitalen Katarakt mit nur einer Operation ohne Gefahr der Nachstarbildung, eine sichere, klare, zentrale Lücke erreicht werden kann. Damit wird, sofern die Operation vor der 8. Lebenswoche erfolgt (VERBRAEKEN et al., 1983; JAFFE, 1984), eine entscheidende Amblyopieprophylaxe durchgeführt (KAMPIK et al., 1984).

Die Pars plana-Lensektomie wird bei Erwachsenen in örtlicher oder allgemeiner Anästhesie durchgeführt. Circa 5 mm hinter dem Limbus werden Bindehaut und Tenon'sche Kapsel eröffnet, dann mit dem Stilett zwei Sklero-Ziliarkörperperforationen von 2 mm Durchmesser in 10 Uhr und 2 Uhr Position über der Pars plana angelegt und eine stumpfe 20 G-Infusions-

kanüle und die 20 G-Ultraschallnadel des Fragmatoms eingeführt. Anschließend wird in bimanueller Technik, bei geringem Infusionsdruck und gleichzeitiger Absaugung über das Fragmatom die Linse aspiriert (gegebenenfalls fragmentiert). Schließlich wird die Kapsel mit einem Vitrektomiegerät excidiert. Zusätzlich wird der vordere Glaskörper entfernt (GIRARD, 1984; KAMPIK et al., 1984).

Die Technik des transskleralen Operationszugangs über den Ziliarkörper bietet bei Kindern einige Vorteile. So ist durch die kleinen Inzisionen die Wundheilung verkürzt und die Narbenbildung gering, was vor allem bei der Therapie der kongenitalen Katarakt von Bedeutung ist. Es treten kaum Wunddehissenzen auf. Zudem ermöglicht der Zugang eine einfache intraoperative Druckkontrolle, womit einem Kollaps der noch weichen kindlichen Sklera vorgebeugt wird. Wichtigster Vorteil aber ist, daß die Vorderkammer gänzlich unberührt bleibt. Daraus ergibt sich eine gute Sicht durch eine klare Kornea, was wiederum eine intraoperative intraokulare Untersuchung möglich macht und das Aufsuchen von, in den Glaskörper abgesunkenem Linsenmaterial erleichtert. Außerdem wird das Kornealendothel und die vordere Iris nicht berührt (keine Synechien, eventuell geringere Neigung zu cystoidem Makula-ödem). Eine Traktions-Ablatio ist sehr selten. Weiterhin wird durch fehlende Alteration der Hornhaut ein operativ induzierter Astigmatismus vermieden (GIRARD, 1979 und 1982; MALBRAN, 1977; FEDERMAN, 1982; VERBRAEKEN, 1983).

## II. Fragestellung

Es ist durchaus vorstellbar, daß speziell die Technik der Pars plana-Lensektomie die Entstehung einer Amotio begünstigt:

1. Es ist möglich, daß Retinaanteile beschädigt werden.
2. Bei Ablatios nach konventionellen Kataraktoperationen wurde eine hohe Rate von Pars plana-Epithelabhebungen beobachtet (TOYOFUKU et al., 1980; STEFANI, 1985). Möglicherweise sind dies Teile des selben Prozesses und eine Pars plana-Schädigung erleichtert die Abhebung der Netzhaut.
3. Es erfolgt eine erhebliche Traumatisierung des Glaskörpers. Um zumindest einer Beschädigung von Retinaanteilen vorzubeugen, muß die Sklerotomiestelle möglichst weit von der Ora serrata nach vorne verlegt werden. Hier besteht jedoch die Möglichkeit der Läsion der Pars plicata des Ziliarkörpers und damit, wegen der guten Gefäßversorgung an dieser Stelle, die theoretische Möglichkeit einer Blutung in die Hinterkammer. Praktisch scheinen jedoch Blutungen kaum aufzutreten (PEYMAN, 1978 und 1981). Die Kenntnis der Topographie des kindlichen Ziliarkörpers ist deshalb für die Operationstechnik von nicht unerheblicher Bedeutung. In der Literatur liegen zwar Meßwerte (DUKE-ELDER und WYBAR, 1961; JAKOBIEC, 1982; PROST et al., 1985; ROHEN, 1977) vor, sie sind jedoch auf das Auge des Erwachsenen bezogen und teilweise unter rein anatomischen Gesichtspunkten gewonnen. Die kindliche Ziliarkörperregion ist einem ausgeprägten Gestalt- und Größenwandel unterworfen, und

die Amotiorate nach Eingriffen durch den Ziliarkörper ist möglicherweise von der Lage der Sklerotomiestelle abhängig. Wo in Abhängigkeit vom Kindesalter die bestmöglichen Sklerotomiestellen liegen, ist bisher nicht untersucht (GIRARD, 1985) worden.

### III. Material und Methode

Die Messungen wurden an 29 formalinfixierten Augen von Neugeborenen (teils Frühgeburten) durchgeführt, die im Rahmen von Autopsien in den Jahren 1978 - 1983 entnommen wurden. Das Alter der Kinder reichte von der 29. Schwangerschaftswoche bis 2 3/4 Jahre (vgl. Tab. 2 und 2 a). Circa ein Drittel der enukleierten Augen stammte von mißgebildeten Kindern, intraokulare Fehlbildungen fanden sich nur bei einem Auge (Trisomie 13).

Der in den Tabellen 2 und 2 a angegebene Reifezustand und Mißbildungsbefund wurde dem Sektionsbericht entnommen.

Die Augen wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe bestand aus vollständigen Bulbi, die zweite aus bereits vorzerlegten Bulbi. An letzteren konnte nicht mehr eindeutig links und rechts, bzw. temporal und nasal unterschieden werden.

Die horizontal kallotierten Augen wurden unter einer binokularen Lupe mit zehnfacher Vergrößerung mit einer Schublehre vermessen. Die Messgenauigkeit betrug 0,1 mm. Als Bezugspunkt wurde der korneosklerale Limbus gewählt (Übergang konjunktivales in korneales Epithel). Folgende Parameter wurden ermittelt:

1. Abstand kornealer Limbus zu Kammerwinkel
2. Abstand Kammerwinkel zur Grenze Pars plicata/Pars plana

3. Abstand Kammerwinkel zur Ora serrata
4. Breite der Pars plana
5. Bulbusmaße
6. Hornhautmaße

An einem Teil der Augen ( $n = 3$ ) wurde in verschiedenen Abständen vom Limbus eine 20 G-Injektionsnadel in den Bulbus gelegt, um die intraoperative Lage der Kanüle zu veranschaulichen; dabei wurden auch Überlegungen zum Einstichwinkel angestellt.

| lfd.Nr. | Alter     | Reife  | Gewicht<br>(g) | Größe<br>(cm) | Mißbildungen | Besonderheiten            |
|---------|-----------|--------|----------------|---------------|--------------|---------------------------|
| 1       | 35.SSW    | reif   | 2910           | 49            | OS           | Ø                         |
| 2       | 39.SSW    | unreif | 1750           | 41            | OD           | Trisomie 18               |
| 3       | 39.SSW    | unreif | 1750           | 41            | OS           | Trisomie 18               |
| 4       | 39.SSW+1d | reif   | 3300           | 50            | OD           | Ø                         |
| 5       | 39.SSW+1d | reif   | 3300           | 50            | OS           | Ø                         |
| 6       | 40.SSW    | reif   | 2820           | 50            | OD           | Ø                         |
| 7       | 40.SSW    | reif   | 2820           | 50            | OS           | dicke Lange'sche<br>Falte |
| 8       | 11 d      |        | 3450           | 46            | OD           | Ø                         |
| 9       | 19 d      |        |                |               | OS           | Mikrocephalus             |
| 10      | 19 d      |        |                |               | OD           | Mikrocephalus             |
| 11      | 2,5 mon   |        | 3500           | 51            | OS           | Trisomie 13               |
| 12      | 13 mon    |        |                |               | OS           | Ø                         |
| 13      | 13 mon    |        |                |               | OD           | Ø                         |
| 14      | 2 a,6 mon |        |                |               | OS           | Ø                         |
| 15      | 2 a,6 mon |        |                |               | OD           | Ø                         |
| 16      | 2 a,9 mon |        |                |               | OS           | Down-Syndrom              |
| 17      | 2 a,9 mon |        |                |               | OD           | Down-Syndrom              |

Tab.2 : Liste der untersuchten Augen (Teil 1: vollständige Bulbi)

|    |            |        |      |    |                                              | Kind nicht<br>entwickelt |
|----|------------|--------|------|----|----------------------------------------------|--------------------------|
| 18 | 26.SSW+22d | unreif | 1150 | 46 | Ø                                            |                          |
| 19 | 30.SSW+1d  | unreif | 1750 | 42 | Mikrocephalus,<br>Kleinhirn-<br>dysplasie    |                          |
| 20 | 32.SSW+3d  | unreif | 1250 | 38 | Trisomie 18                                  |                          |
| 21 | 39.SSW     | reif   | 3450 | 56 | Ø                                            |                          |
| 22 | 39.SSW     | reif   | 3450 | 56 | Ø                                            |                          |
| 23 | 34.SSW+60d | unreif |      |    | Ø                                            |                          |
| 24 | 34.SSW+60d | unreif |      |    | Ø                                            |                          |
| 25 | 12d        | reif   | 3200 | 44 | Gaumenspalte,<br>Aplasie d.li.<br>Herzkammer |                          |
| 26 | 52d        |        |      |    | Ø                                            |                          |
| 27 | 52d        |        |      |    | Ø                                            |                          |
| 28 | 52d        |        | 3350 | 57 | Gaumenspalte,<br>Herzvitium                  |                          |
| 29 | 52d        |        | 3350 | 57 | Gaumenspalte,<br>Herzvitium                  |                          |

Tab.2a: Liste der untersuchten Augen (Teil 2: vorzerlegte Bulbi)

#### IV. Ergebnisse

##### IV. 1 Ergebnisse der Messungen

In den Tabellen 2 und 2 a sind alle untersuchten Augen aufgeführt. Tabelle 2 zeigt die vollständigen Bulbi, bereits früher halbiert Augen, bei denen eine Unterscheidung temporal-nasal, sowie die Ermittlung der Bulbushöhe nicht mehr möglich war, erscheinen in Tabelle 2 a, jeweils nach zunehmendem Lebensalter geordnet. Bei Frühgeborenen wurde Schwangerschaftsdauer und Überlebenszeit addiert. Das jüngste Kind, von dem ein Auge untersucht wurde, wurde in der 26. Schwangerschaftswoche geboren und überlebte 22 Tage (entspricht für die Alterseinteilung einer Tragzeit von 29 Wochen), das älteste Kind war 2 Jahre und 9 Monate alt. Am häufigsten lag das Alter in der Zeit um den normalen Geburtstermin.

Etwa ein Drittel der untersuchten Augen stammte von Kindern mit angeborenen Mißbildungen. Genauere Angaben über die jeweilige Anomalie kann der Spalte Mißbildungen in Tabelle 2 und 2 a entnommen werden. Teilweise waren Daten (z. B. über Gewicht, Größe) nicht mehr zu ermitteln.

Die gemessenen Werte Abstand Limbus zu Kammerwinkel, Abstand Kammerwinkel zu Ora serrata, Abstand Kammerwinkel zur Grenze Pars plicata/Pars plana finden sich für die vollständigen Bulbi in Tabelle 3, für die vorzerlegten in Tabelle 4. Da temporal und nasal bei letzteren nicht mehr unterschieden werden konnte, wurden die Seiten mit "A" und "B" bezeichnet.

Die, für die Operationstechnik relevanten Maße, nämlich

- Abstand Limbus zur Grenze Pars plicata/Pars plana
- Abstand Limbus zu Ora serrata
- Breite der Pars plana

wurden nun errechnet (durch einfache Addition mit dem Abstand Limbus-Kammerwinkel) und gegen die Bulbusachsenlänge aufgetragen (Tabellen 5 bis 10 und Abbildungen 7 bis 12). Dazu wurden nur die Augen 1 bis 17 verwendet, weil herausgefunden werden sollte, inwieweit die Bulbuslänge mit den jeweils temporal und nasal gemessenen Werten korreliert. Dabei wurden die Mittelwerte und der Korrelationskoeffizient errechnet. Der Korrelationskoeffizient R nach der Formel:

$$R = \frac{\sum_{xy} - \frac{\sum_x \cdot \sum_y}{N}}{\sqrt{\sum_x^2 - \frac{(\sum_x)^2}{N}}} \cdot \frac{\left( \sum_y^2 - \frac{(\sum_y)^2}{N} \right)^{\frac{1}{2}}}{\left( \sum_{xy} - \frac{\sum_x \cdot \sum_y}{N} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

Die Ergebnisse der temporalen Maße finden sich in den Tabellen 5 bis 7 und den Abbildungen 7 bis 9. Da die Werte hier gut korrelieren (R von 0,81 bis 0,88), ist zusätzlich eine Gerade eingezeichnet, um den annähernd linearen Verlauf besser zu veranschaulichen.

Ein vollkommen anderes Bild ergibt sich nasal (Tabelle 8 bis 10 und Abbildungen 10 bis 12). Die unregelmäßigen Punktwolken deuten eine ziemlich schlechte Korrelation an (R: 0,42 bis 0,66). Ein linearer Zusammenhang zwischen Bulbusachsenlänge und Abstand Limbus zur Grenze Pars plicata/Pars plana, Abstand Limbus zu Ora serrata oder Breite der Pars plana, ist hier nicht

| lfd.Nr. | Alter          | Bulbus (LxBxH)<br>(mm) | Hornhaut<br>(BxH, mm) | Abstand cor-<br>nealer Lim-<br>bus zu Kam-<br>merwinkel<br>temporal | Abstand P.<br>merwinkel<br>zur Grenz-<br>P.plana-<br>P.plicata<br>temporal |
|---------|----------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1       | 35.SSW         | 15,9x15,0x15,0         | 9,5x7,8               | 0,2                                                                 | 1,2                                                                        |
| 2       | X 39.SSW       | 17,0x16,5x15,5         | 9,5x9,1               | 0,6                                                                 | 1,0                                                                        |
| 3       | X 39.SSW       | 16,5x16,0x16,0         | 9,5x9,0               | 0,7                                                                 | 0,9                                                                        |
| 4       | 39.SSW+1d      | 18,1x17,6x16,9         | 10,5x9,5              | 0,5                                                                 | 1,3                                                                        |
| 5       | 39.SSW+1d      | 18,1x17,6x16,5         | 10,5x9,5              | 0,5                                                                 | 1,1                                                                        |
| 6       | 40.SSW         | 17,0x16,5x16,5         | 10,0x9,2              | 0,5                                                                 | 1,1                                                                        |
| 7       | 40.SSW         | 17,2x16,5x16,5         | 9,8x9,0               | 0,6                                                                 | 1,0                                                                        |
| 8       | 11d            | 17,0x17,0x16,0         | 9,5x9,2               | 0,5                                                                 | 0,9                                                                        |
| 9       | X 19d          | 17,0x17,5x17,0         | 10,5x10,5             | 0,5                                                                 | 1,1                                                                        |
| 10      | X 19d          | 18,0x18,5x17,0         | 10,5x9,0              | 0,4                                                                 | 1,7                                                                        |
| 11      | X 2,5 mon      | 17,0x17,5x17,0         | 10,0x9,5              | 0,9                                                                 | 1,1                                                                        |
| 12      | 13 mon         | 20,0x22,0x22,0         | 11,5x11,0             | 0,6                                                                 | 1,6                                                                        |
| 13      | 13 mon         | 21,0x23,0x22,0         | 11,0x10,5             | 0,7                                                                 | 1,7                                                                        |
| 14      | 2 a +<br>6 mon | 19,0x19,0x18,5         | 10,5x9,5              | 1,0                                                                 | 1,0                                                                        |
| 15      | 2 a +<br>6 mon | 19,0x20,0x19,0         | 11,0x10,0             | 1,0                                                                 | 1,3                                                                        |
| 16      | 2 a +<br>9 mon | 19,0x20,0x20,0         | 11,9x11,0             | 1,0                                                                 | 1,8                                                                        |
| 17      | 2 a +<br>9 mon | 21,0x20,0x21,0         | 11,0x10,8             | 1,1                                                                 | 2,1                                                                        |

Anmerkung: Augen von mißgebildeten Kindern sind  
mit " X " gekennzeichnet.

Tab.3: Meßergebnisse ( Teil 1:vollständige Bulbi)

| Abstand Kam-<br>merwinkel<br>zur Ora<br>serrata | Breite der<br>Pars plana | Abstand cor-<br>nealer Lim-<br>bus zu Kam-<br>merwinkel | Abstand Kam-<br>merwinkel<br>zur Grenze<br>P.plana-<br>P.plicata | Abstand Kam-<br>merwinkel<br>zur Ora<br>serrata | Breite der<br>Pars plana |
|-------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| temporal                                        | temporal                 | nasal                                                   | nasal                                                            | nasal                                           | nasal                    |
| 2,0                                             | 0,9                      | 0,6                                                     | 1,3                                                              | 3,0                                             | 1,3                      |
| 1,9                                             | 1,0                      | 0,6                                                     | 0,7                                                              | 1,8                                             | 1,2                      |
| 1,8                                             | 1,1                      | 0,9                                                     | 1,0                                                              | 1,9                                             | 1,0                      |
| 3,5                                             | 2,2                      | 0,5                                                     | 1,1                                                              | 3,0                                             | 2,1                      |
| 3,1                                             | 2,1                      | 0,5                                                     | 1,0                                                              | 3,0                                             | 2,0                      |
| 2,2                                             | 1,3                      | 0,5                                                     | 1,0                                                              | 2,2                                             | 1,3                      |
| 2,2                                             | 1,1                      | 0,3                                                     | 1,1                                                              | 2,1                                             | 1,0                      |
| 2,2                                             | 1,1                      | 0,5                                                     | 0,9                                                              | 2,1                                             | 1,0                      |
| 2,9                                             | 1,7                      | 0,5                                                     | 1,2                                                              | 2,8                                             | 1,8                      |
| 3,3                                             | 1,8                      | 0,4                                                     | 1,2                                                              | 2,8                                             | 1,8                      |
| 3,5                                             | 2,1                      | 1,0                                                     | 1,0                                                              | 3,2                                             | 2,0                      |
| 4,0                                             | 2,4                      | 0,5                                                     | 1,4                                                              | 4,5                                             | 3,1                      |
| 4,7                                             | 3,0                      | 0,3                                                     | 1,2                                                              | 3,6                                             | 2,3                      |
| 3,1                                             | 2,1                      | 0,5                                                     | 0,9                                                              | 2,8                                             | 2,0                      |
| 3,1                                             | 2,0                      | 0,7                                                     | 1,5                                                              | 3,5                                             | 2,0                      |
| 4,0                                             | 2,0                      | 1,5                                                     | 1,8                                                              | 3,1                                             | 1,4                      |
| 4,1                                             | 2,0                      | 1,5                                                     | 1,7                                                              | 3,1                                             | 1,2                      |

| lfd.Nr. | Alter       | Bulbus (LxBxH)<br>(mm) | Hornhaut<br>(BxH, mm) | Abstand cor-<br>nealer Lim-<br>bus zu Kam-<br>merwinkel | Abstand K-<br>merwinkel<br>zur Grenze<br>P.plicata-<br>P.plana |
|---------|-------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|         |             |                        |                       | Seite A                                                 | Seite B                                                        |
| 18      | 26.SSW+22d  | 14,0x15,0x14,0         | 7,0x7,5               | 0,3                                                     | 1,3                                                            |
| 19      | X 30.SSW+1d | 15,0x15,5              |                       | 0,0                                                     | 0,8                                                            |
| 20      | X 32.SSW+3d | 15,0x14,5              |                       | 0,4                                                     | 1,3                                                            |
| 21      | 39.SSW      | 18,0x17,0x16,0         | 9,0x9,0               | 0,4                                                     | 1,1                                                            |
| 22      | 39.SSW      | 17,5x17,0x16,5         | 9,1x9,1               | 0,4                                                     | 1,3                                                            |
| 23      | 34.SSW+60d  | 16,0x16,5x16,5         |                       | 0,3                                                     | 1,0                                                            |
| 24      | 34.SSW+60d  | 17,0x16,5x16,5         | 9,5x9,0               | 0,3                                                     | 1,0                                                            |
| 25      | X 12d       | 16,0x18,5x16,5         | 9,0x8,5               | 0,5                                                     | 1,4                                                            |
| 26      | 52d         | 18,0x18,0x18,0         | 10,5x10,5             | 0,5                                                     | 1,5                                                            |
| 27      | 52d         | 18,0x18,0x18,0         | 10,5x10,5             | 0,6                                                     | 1,4                                                            |
| 28      | X 52d       | 19,0x17,5              |                       | 0,3                                                     | 1,4                                                            |
| 29      | X 52d       | 19,0x17,5              |                       | 0,6                                                     | 2,2                                                            |

Anmerkung: 26.SSW+22d bedeutet z.B.:

Geburt in der 26.Schwangerschaftswoche,  
Kind hat 22 Tage gelebt.

Tab.4: Meßergebnisse ( Teil 2:vorzerlegte Bulbi)

| Abstand Kam-<br>merwinkel<br>zur Ora<br>serrata | Breite der<br>Pars plana | Abstand cor-<br>nealer Lim-<br>bus zu Kam-<br>merwinkel | Abstand Kam-<br>merwinkel<br>zur Grenze<br>P.plana-<br>P.plicata | Abstand Kam-<br>merwinkel<br>zur Ora<br>serrata | Breite der<br>Pars plana |
|-------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| Seite A                                         | Seite A                  | Seite B                                                 | Seite B                                                          | Seite B                                         | Seite B                  |
| 1,8                                             | 0,5                      | 0,3                                                     | 1,6                                                              | 1,6                                             | 0,0                      |
| 1,6                                             | 0,7                      | 0,0                                                     | 0,9                                                              | 2,2                                             | 1,3                      |
| 2,3                                             | 1,1                      | 0,4                                                     | 1,3                                                              | 2,4                                             | 1,2                      |
| 3,2                                             | 2,0                      | 0,3                                                     | 1,1                                                              | 3,2                                             | 2,0                      |
| 3,2                                             | 2,1                      | 0,3                                                     | 1,2                                                              | 2,9                                             | 1,7                      |
| 2,2                                             | 1,0                      | 0,0                                                     | 1,0                                                              | 2,1                                             | 1,0                      |
| 2,5                                             | 1,5                      | 0,3                                                     | 1,0                                                              | 2,5                                             | 1,5                      |
| 3,0                                             | 1,9                      | 0,5                                                     | 1,1                                                              | 3,0                                             | 1,9                      |
| 3,1                                             | 1,7                      | 0,5                                                     | 1,5                                                              | 3,0                                             | 1,3                      |
| 3,6                                             | 2,0                      | 0,5                                                     | 1,3                                                              | 3,5                                             | 2,2                      |
| 3,1                                             | 1,7                      | 0,3                                                     | 1,1                                                              | 3,3                                             | 2,2                      |
| 4,5                                             | 2,5                      | 0,6                                                     | 1,9                                                              | 4,5                                             | 2,6                      |

mehr zu erkennen.

Für die Miteinbeziehung der Bulbi, bei denen temporal und nasal nicht mehr zu unterscheiden war, ist die Bestimmung der Differenz zwischen temporal und nasal gemessenem Wert von Bedeutung. In Tabelle 11 sind die errechneten, temporal-nasalen Differenz und die dazugehörigen Mittelwerte aufgetragen. In den Abbildungen 13 und 14 ist zusätzlich das Lebensalter gegen die jeweilige temporal-nasale Differenz aufgetragen. Bei Betrachten der Tabelle 11 und Abbildungen 13 und 14 fällt auf, daß die temporalen Werte, besonders im Zeitraum um den normalen Geburtstermin, nicht einheitlich größer sind, als die nasalen Werte. Im Mittel ist der Abstand Limbus zur Grenze Pars plicata/Pars plana 0,11 mm größer als nasal und der Abstand Limbus zu Ora serrata temporal um 0,23 mm größer als nasal. Diese relativ kleinen Werte lassen es durchaus zu, eine Gesamttabelle aller 29 untersuchten Augen, mit Eintragung von sowohl temporalen, als auch nasalem Wert, zu erstellen (Tabelle 12 bis 14). Die entsprechenden Abbildungen 15 bis 20 zeigen die Abstände Limbus zur Grenze Pars plicata/Pars plana, Limbus zu Ora serrata und die Breite der Pars plana, jeweils gegen Bulbusachsenlänge oder Lebensalter aufgetragen.

Der Abstand Limbus zur Grenze Pars plicata/Pars plana bewegt sich zwischen 1,0 und 3,3 mm. Auffallend ist, daß er weder mit steigendem Alter, noch mit zunehmender Bulbuslänge signifikant größer wird. Lediglich die Streuung nimmt von

1,2 bis 2,0 mm bei 16 bis 18 mm Bulbusachsenlänge auf 1,5 bis 3,3 mm bei 19 bis 21 mm Bulbusachsenlänge zu.

Dagegen steigt der Abstand von Limbus zu Ora serrata, vor allem im Verhältnis zur Bulbuslänge stetig. Er reicht von 1,5 mm bei 15,0 mm Bulbuslänge bis 5,4 mm bei 21,0 mm Bulbuslänge. Bei gleicher Bulbuslänge liegt die Streuung bei etwa  $\pm 1,0$  mm.

Die Breite der Pars plana nimmt bei fortschreitendem Wachstum im Verhältnis zum gesamten Ziliarkörper nur wenig zu. Als kleinster Wert wurde 0 gemessen (26. SSW + 22 d), als größter 3,1 mm (13 mon). Auch hier waren bei Augen mit gleicher Bulbuslänge Breitenunterschied bis 1,8 mm zu sehen.

Der Übergang zwischen Pars plicata und Pars plana des Ziliarkörpers ist nicht scharf begrenzt. Aufgrund dieser Tatsache entstand ein gewisser Meßfehler. Die Breite der Pars plana wurde sowohl gemessen, als auch als Differenz der Abstände Limbus zur Grenze Pars plicata/Pars plana und Limbus zu Ora serrata errechnet. Die Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Werten sind in Tabelle 16 eingetragen. Der mittlere Meßfehler beträgt 0,13 mm. Da intraoperativ zur Abstandsmessung ein Zirkel (Meßgenauigkeit 0,5 mm) verwendet wird, ist der Meßfehler vernachlässigbar.

| Bulbusachsenlänge (a)                                       |       |      |          |
|-------------------------------------------------------------|-------|------|----------|
| Abstand Limbus zur Grenze P.plic.-P.plana (b)<br>(temporal) |       |      |          |
|                                                             | a     | b    | Quotient |
| 1                                                           | 15,9  | 1,4  | 11,35    |
| 2                                                           | 17,0  | 1,6  | 10,63    |
| 3                                                           | 16,5  | 1,5  | 11,00    |
| 4                                                           | 18,1  | 1,8  | 10,06    |
| 5                                                           | 18,1  | 1,6  | 11,31    |
| 6                                                           | 17,0  | 1,6  | 10,63    |
| 7                                                           | 17,2  | 1,6  | 10,75    |
| 8                                                           | 17,0  | 1,4  | 12,14    |
| 9                                                           | 17,0  | 1,6  | 10,63    |
| 10                                                          | 18,0  | 2,1  | 8,57     |
| 11                                                          | 17,0  | 2,0  | 8,50     |
| 12                                                          | 20,0  | 2,2  | 9,09     |
| 13                                                          | 21,0  | 2,4  | 8,75     |
| 14                                                          | 19,0  | 2,0  | 9,5      |
| 15                                                          | 19,0  | 2,3  | 8,26     |
| 16                                                          | 19,0  | 2,8  | 6,78     |
| 17                                                          | 21,0  | 3,1  | 6,77     |
| Mittelwert                                                  | 18,11 | 1,94 | 9,71     |
| Korrelationskoeffizient $R=0,846$                           |       |      |          |

Tab.5: Gegenüberstellung von Bulbuslänge und  
temporalem Abstand Limbus zur Grenze  
Pars plicata-Pars plana

x: Bulbusachsenlänge (mm)  
y: Abstand Limbus zur Grenze P.plicata-P.plana (mm)  
(temporal)

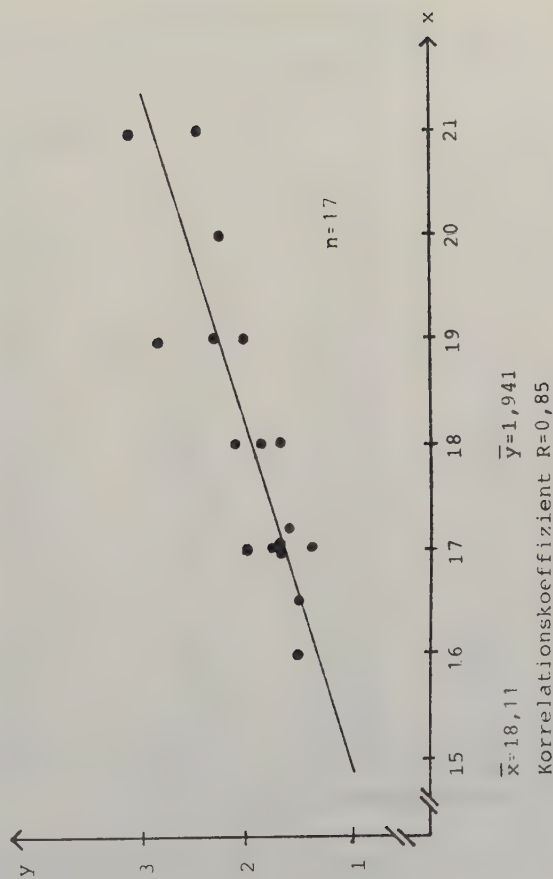


Abb.7: Graphische Darstellung des Abstands Limbus zur Grenze P.plicata-P.plana in Abhängigkeit von der Bulbuslänge

| Bulbusachsenlänge (a)              |       |      |          |
|------------------------------------|-------|------|----------|
| Abstand Limbus zur Ora serrata (b) |       |      |          |
| (temporal)                         |       |      |          |
|                                    | a     | b    | Quotient |
| 1                                  | 15,9  | 2,2  | 7,23     |
| 2                                  | 17,0  | 2,5  | 6,80     |
| 3                                  | 16,5  | 2,5  | 6,60     |
| 4                                  | 18,1  | 4,0  | 4,53     |
| 5                                  | 18,1  | 3,6  | 5,03     |
| 6                                  | 17,0  | 2,7  | 6,30     |
| 7                                  | 17,2  | 2,8  | 6,14     |
| 8                                  | 17,0  | 2,7  | 6,30     |
| 9                                  | 17,0  | 3,4  | 5,00     |
| 10                                 | 18,0  | 3,7  | 4,86     |
| 11                                 | 17,0  | 4,4  | 3,86     |
| 12                                 | 20,0  | 4,6  | 4,35     |
| 13                                 | 21,0  | 5,4  | 3,89     |
| 14                                 | 19,0  | 4,1  | 4,63     |
| 15                                 | 19,0  | 4,1  | 4,63     |
| 16                                 | 19,0  | 5,0  | 3,80     |
| 17                                 | 21,0  | 5,1  | 4,12     |
| <hr/>                              |       |      |          |
| Mittelwert                         | 18,11 | 3,69 | 5,18     |
| Korrelationskoeffizient $R=0,88$   |       |      |          |

Tab.6: Gegenüberstellung von Bulbuslänge und  
temporalem Abstand Limbus zu Ora serrata

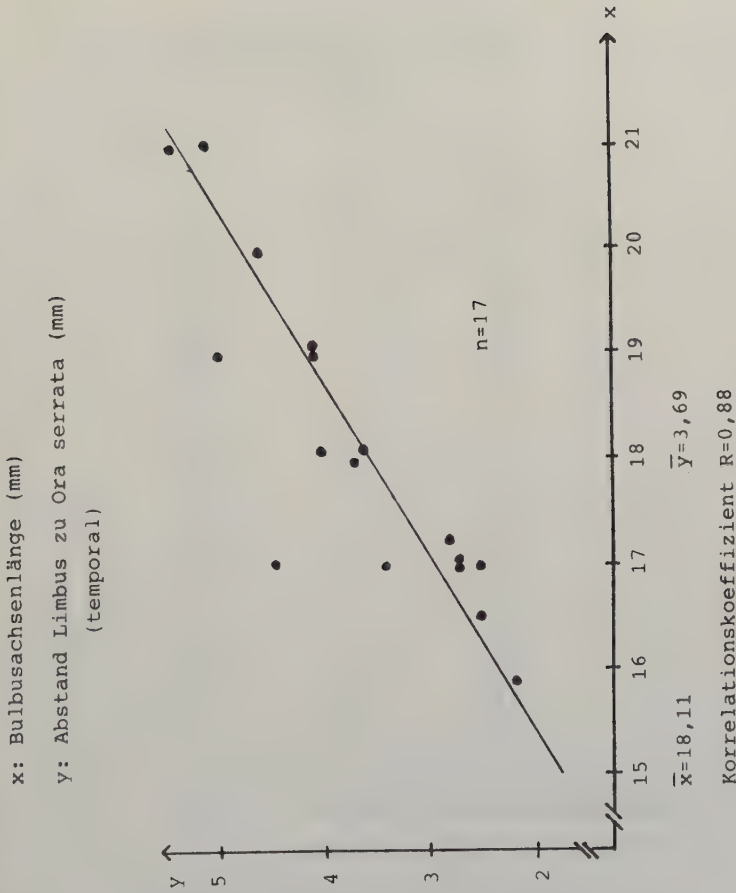
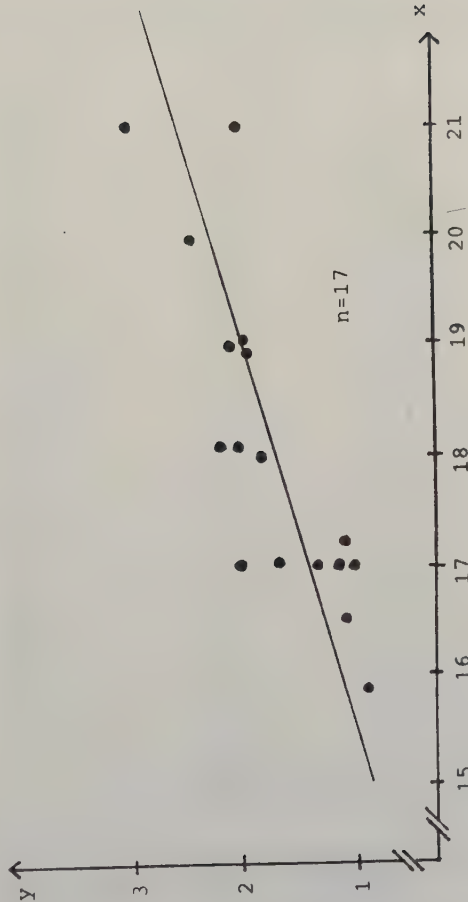


Abb.8: Graphische Darstellung des Abstands Limbus zu Ora serrata in Abhängigkeit von der Bulbuslänge

| Bulbusachsenlänge (a)             |       |      |          |
|-----------------------------------|-------|------|----------|
| Breite der Pars plana (b)         |       |      |          |
| (temporal)                        |       |      |          |
|                                   | a     | b    | Quotient |
| 1                                 | 15,9  | 0,9  | 17,67    |
| 2                                 | 17,0  | 1,0  | 17,00    |
| 3                                 | 16,5  | 1,1  | 15,00    |
| 4                                 | 18,1  | 2,2  | 8,23     |
| 5                                 | 18,1  | 2,1  | 8,62     |
| 6                                 | 17,0  | 1,3  | 13,08    |
| 7                                 | 17,2  | 1,1  | 15,64    |
| 8                                 | 17,0  | 1,1  | 15,45    |
| 9                                 | 17,0  | 1,7  | 10,00    |
| 10                                | 18,0  | 1,8  | 10,00    |
| 11                                | 17,0  | 2,1  | 8,10     |
| 12                                | 20,0  | 2,4  | 8,33     |
| 13                                | 21,0  | 3,0  | 7,00     |
| 14                                | 19,0  | 2,1  | 9,05     |
| 15                                | 19,0  | 2,0  | 9,50     |
| 16                                | 19,0  | 2,0  | 9,50     |
| 17                                | 21,0  | 2,0  | 10,50    |
| <hr/>                             |       |      |          |
| Mittelwert                        | 18,11 | 1,76 | 11,33    |
| Korrelationskoeffizient $R=0,808$ |       |      |          |

Tab.7:Gegenüberstellung von Bulbuslänge  
und temporaler Breite der Pars  
plana

x: Bulbusachsenslänge (mm)  
y: Breite der P.plana (mm)  
(temporal)



$\bar{x}=18,11$   
 $\bar{y}=1,758$   
Korrelationskoeffizient  $R=0,81$

Abb.9: Graphische Darstellung der Breite der P.plana  
in Abhängigkeit von der Bulbuslänge

| Bulbusachsenlänge (a)                         |         |      |          |
|-----------------------------------------------|---------|------|----------|
| Abstand Limbus zur Grenze P.plic.-P.plana (b) |         |      |          |
|                                               | (nasal) |      |          |
|                                               | a       | b    | Quotient |
| 1                                             | 15,9    | 1,9  | 8,37     |
| 2                                             | 17,0    | 1,3  | 13,08    |
| 3                                             | 16,5    | 1,9  | 8,68     |
| 4                                             | 18,1    | 1,6  | 11,31    |
| 5                                             | 18,1    | 1,5  | 12,07    |
| 6                                             | 17,0    | 1,5  | 11,33    |
| 7                                             | 17,2    | 1,4  | 12,29    |
| 8                                             | 17,0    | 1,4  | 12,14    |
| 9                                             | 17,0    | 1,7  | 10,00    |
| 10                                            | 18,0    | 1,6  | 11,25    |
| 11                                            | 17,0    | 2,0  | 8,50     |
| 12                                            | 20,0    | 1,9  | 10,53    |
| 13                                            | 21,0    | 1,5  | 14,00    |
| 14                                            | 19,0    | 1,4  | 13,57    |
| 15                                            | 19,0    | 2,2  | 8,64     |
| 16                                            | 19,0    | 3,3  | 5,76     |
| 17                                            | 21,0    | 3,2  | 6,56     |
| $\bar{X}$                                     | 18,11   | 1,84 | 10,47    |
| Korrelationskoeffizient $R=0,42$              |         |      |          |

Tab.8: Gegenüberstellung von Bulbuslänge  
und nasalem Abstand Limbus zur  
Grenze Pars plicata-Pars plana

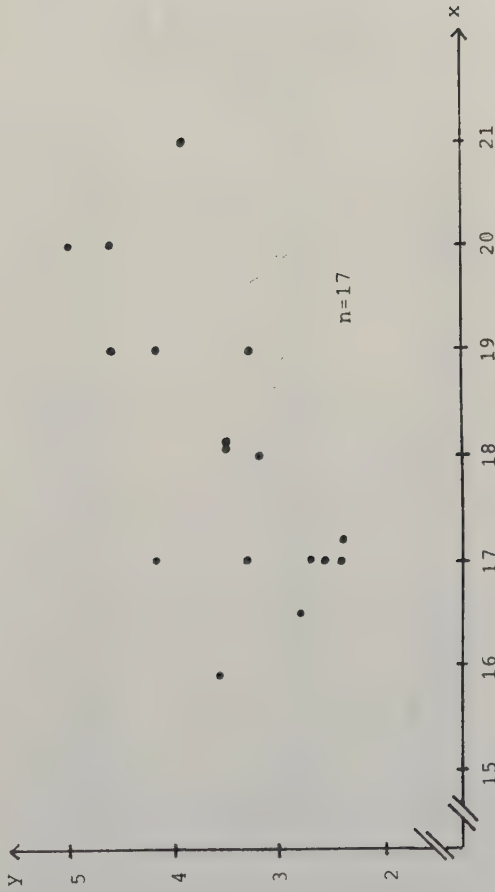


| Bulbusachsenlänge (a)                        |       |      |          |
|----------------------------------------------|-------|------|----------|
| Abstand Limbus zu Ora serrata (b)<br>(nasal) |       |      |          |
|                                              | a     | b    | Quotient |
| 1                                            | 15,9  | 3,6  | 4,42     |
| 2                                            | 17,0  | 2,4  | 7,08     |
| 3                                            | 16,5  | 2,8  | 5,89     |
| 4                                            | 18,1  | 3,5  | 5,17     |
| 5                                            | 18,1  | 3,5  | 5,17     |
| 6                                            | 17,0  | 2,7  | 6,30     |
| 7                                            | 17,2  | 2,4  | 7,17     |
| 8                                            | 17,0  | 2,6  | 6,54     |
| 9                                            | 17,0  | 3,3  | 5,15     |
| 10                                           | 18,0  | 3,2  | 5,63     |
| 11                                           | 17,0  | 4,2  | 4,05     |
| 12                                           | 20,0  | 4,0  | 5,00     |
| 13                                           | 21,0  | 3,9  | 5,38     |
| 14                                           | 19,0  | 3,3  | 5,76     |
| 15                                           | 19,0  | 4,2  | 4,52     |
| 16                                           | 19,0  | 4,6  | 4,13     |
| 17                                           | 20,0  | 4,6  | 4,35     |
| $\bar{x}$                                    | 18,11 | 3,52 | 5,34     |
| Korrelationskoeffizient $R=0,66$             |       |      |          |

Tab.9: Gegenüberstellung von Bulbuslänge  
und Abstand Limbus zu Ora serrata

x: Bulbusachsenlänge (mm)

y: Abstand Limbus zu Ora serrata (mm)  
( nasal )



$\bar{x}=18,11$        $\bar{y}=3,52$

Korrelationskoeffizient  $R=0,66$

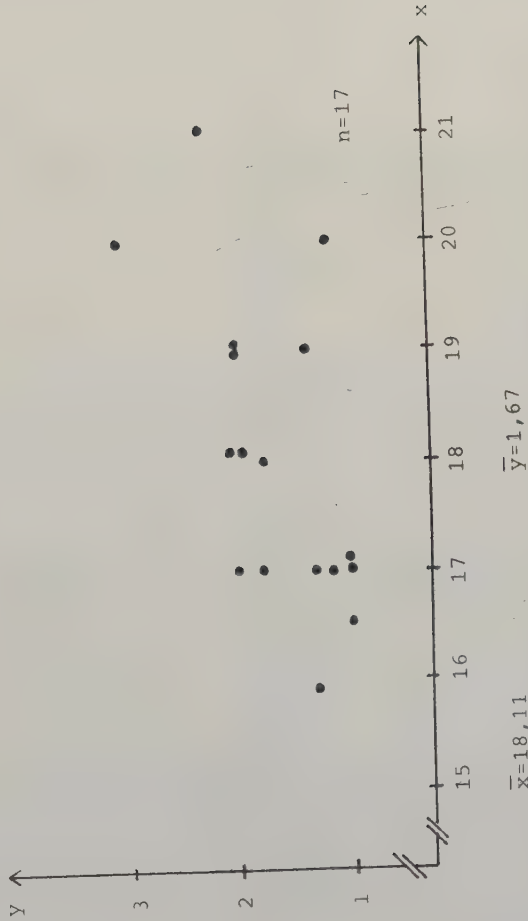
Abb.11: Graphische Darstellung des Abstands Limbus zu Ora serrata in Abhängigkeit von der Bulbuslänge

| Bulbusachsenlänge (a)             |       |      |          |
|-----------------------------------|-------|------|----------|
| Breite der P.plana (b)<br>(nasal) |       |      |          |
|                                   | a     | b    | Quotient |
| 1                                 | 15,9  | 1,3  | 12,23    |
| 2                                 | 17,0  | 1,2  | 14,17    |
| 3                                 | 16,5  | 1,0  | 16,50    |
| 4                                 | 18,1  | 2,1  | 8,61     |
| 5                                 | 18,1  | 2,0  | 9,05     |
| 6                                 | 17,0  | 1,3  | 13,07    |
| 7                                 | 17,2  | 1,0  | 17,20    |
| 8                                 | 17,0  | 1,0  | 17,00    |
| 9                                 | 17,0  | 1,8  | 9,44     |
| 10                                | 18,0  | 1,8  | 10,00    |
| 11                                | 17,0  | 2,0  | 8,50     |
| 12                                | 20,0  | 3,1  | 6,45     |
| 13                                | 21,0  | 2,3  | 9,13     |
| 14                                | 19,0  | 2,0  | 9,50     |
| 15                                | 19,0  | 2,0  | 9,50     |
| 16                                | 19,0  | 1,4  | 13,57    |
| 17                                | 20,0  | 1,2  | 16,66    |
| $\bar{X}$                         | 18,11 | 1,67 | 10,47    |
| Korrelationskoeffizient $R=0,59$  |       |      |          |

Tab.10: Gegenüberstellung von Bulbuslänge  
und nasaler Breite der Pars plana

x: Bulbusachsenslänge (mm)

y: Breite der P.Plana (mm)  
(nasal)



DIFFERENZEN      TEMPORAL      -      NASAL

|         |                                          |                                                             |                                             |                          |                                                         |                                       |
|---------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1fd.Nr. | Abstand Lim-<br>bus zu Kam-<br>merwinkel | Abstand Kam-<br>merwinkel zur<br>Grenze P.plic.<br>-P.plana | Abstand Kam-<br>merwinkel zu<br>Ora serrata | Breite der<br>Pars plana | Abstand Lim-<br>bus zur Grenze<br>P.plana-P.<br>plicata | Abstand Lim-<br>bus zu Ora<br>serrata |
|---------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|

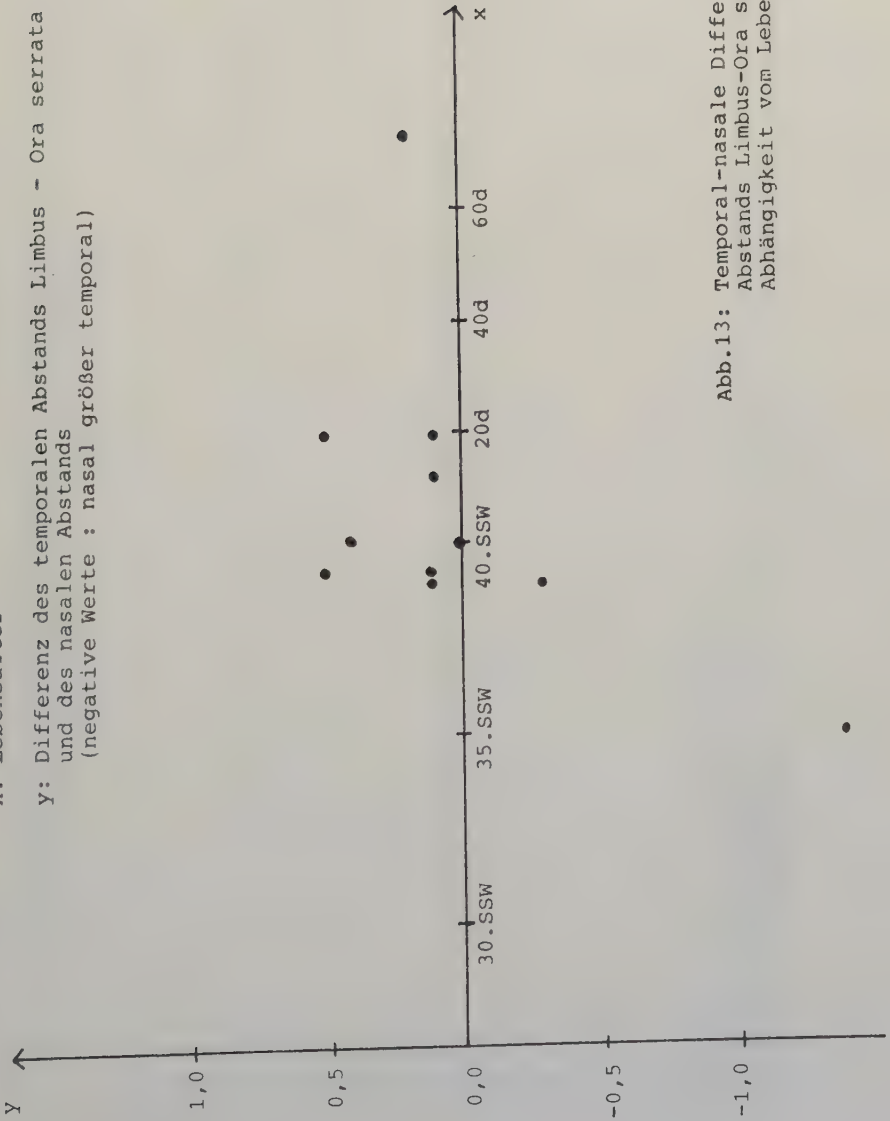
- 38 -

|            |      |      |      |       |      |      |
|------------|------|------|------|-------|------|------|
| 1          | -0,4 | -0,1 | -1,0 | -0,4  | -0,5 | -1,4 |
| 2          | 0,0  | 0,3  | 0,1  | -0,2  | 0,3  | 0,1  |
| 3          | -0,2 | -0,1 | -0,1 | 0,1   | -0,3 | -0,3 |
| 4          | 0,0  | 0,2  | 0,5  | 0,1   | 0,2  | 0,5  |
| 5          | 0,0  | 0,1  | 0,1  | 0,1   | 0,1  | 0,1  |
| 6          | 0,0  | 0,1  | 0,0  | 0,0   | 0,1  | 0,0  |
| 7          | 0,3  | -0,1 | 0,1  | 0,1   | 0,2  | 0,4  |
| 8          | 0,0  | 0,0  | 0,1  | 0,1   | 0,0  | 0,1  |
| 9          | 0,0  | -0,1 | 0,1  | -0,1  | -0,1 | 0,1  |
| 10         | 0,0  | 0,5  | 0,5  | 0,0   | 0,5  | 0,5  |
| 11         | -0,1 | 0,1  | 0,3  | 0,1   | 0,0  | 0,2  |
| 12         | 0,1  | 0,2  | -0,5 | -0,7  | 0,3  | 0,4  |
| 13         | 0,4  | 0,5  | 1,1  | 0,7   | 0,9  | 1,5  |
| 14         | 0,5  | 0,1  | 0,3  | 0,1   | 0,6  | 0,8  |
| 15         | 0,3  | -0,2 | -0,4 | 0,0   | 0,1  | -0,1 |
| 16         | -0,5 | 0,0  | 0,9  | 0,6   | -0,5 | 0,4  |
| 17         | -0,4 | 0,4  | 1,0  | 0,8   | 0,0  | 0,6  |
| Mittelwert | 0,0  | 0,1  | 0,18 | 0,082 | 0,11 | 0,23 |

negative Werte: nasal größer temporal

Tab.11: Temporal-nasale Differenzen

x: Lebensalter  
y: Differenz des temporalen Abstands Limbus - Ora serrata  
und des nasalen Abstands  
(negative Werte : nasal größer temporal)



x : Lebensalter  
 y : Differenz des temporalen Abstands Limbus - Grenze  
 P.plicata/P.plana und des nasalen Abstands  
 (negative Werte: nasal größer temporal)

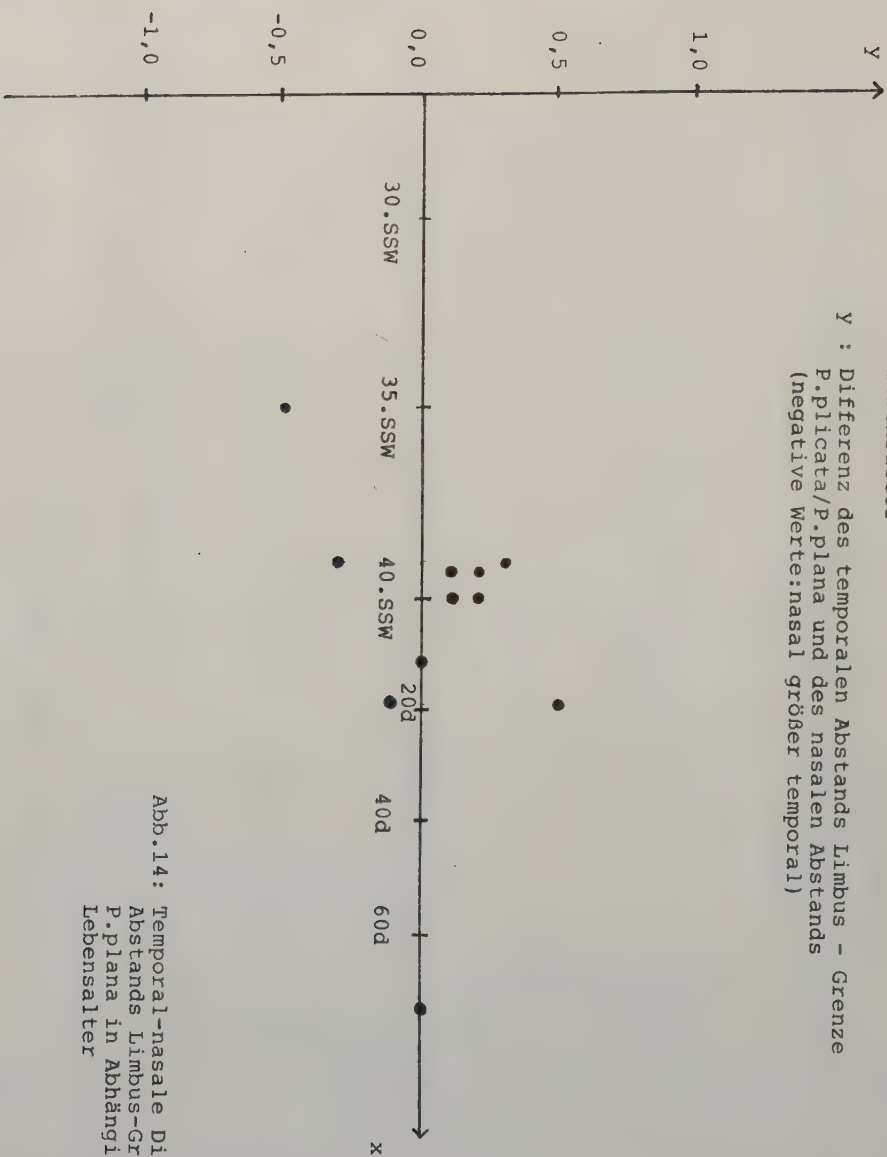


Abb. 14: Temporal-nasale Differenzen des  
 Abstands Limbus-Grenze P.plicata-  
 P.plana in Abhängigkeit vom  
 Lebensalter

| Alter      | Abstand Limbus zur Grenze<br>P.plicata/P.plana |        | Bulbus-<br>achsen-<br>länge |
|------------|------------------------------------------------|--------|-----------------------------|
|            | Wert A                                         | Wert B |                             |
| 26.SSW+22d | 1,6                                            | 1,9    | 14,0                        |
| 30.SSW+1d  | 0,8                                            | 0,9    | 15,0                        |
| 32.SSW+3d  | 1,7                                            | 1,7    | 15,0                        |
| 35.SSW     | 1,4                                            | 1,5    | 15,9                        |
| 39.SSW     | 1,6                                            | 1,3    | 17,0                        |
| 39.SSW     | 1,6                                            | 1,9    | 16,5                        |
| 39.SSW     | 1,5                                            | 1,4    | 18,0                        |
| 39.SSW     | 1,7                                            | 1,5    | 17,5                        |
| 39.SSW+1d  | 1,8                                            | 1,6    | 18,1                        |
| 39.SSW+1d  | 1,6                                            | 1,5    | 18,1                        |
| 40.SSW     | 1,6                                            | 1,5    | 17,0                        |
| 40.SSW     | 1,6                                            | 1,4    | 17,2                        |
| 11 d       | 1,6                                            | 1,4    | 17,0                        |
| 12 d       | 1,9                                            | 1,6    | 17,0                        |
| 34.SSW+60d | 1,3                                            | 1,0    | 16,0                        |
| 34.SSW+60d | 1,3                                            | 1,3    | 17,0                        |
| 19 d       | 1,6                                            | 1,7    | 17,0                        |
| 19 d       | 2,1                                            | 1,6    | 18,0                        |
| 52 d       | 2,0                                            | 2,0    | 18,0                        |
| 52 d       | 2,0                                            | 1,8    | 18,0                        |
| 52 d       | 1,7                                            | 1,4    | 19,0                        |
| 52 d       | 1,8                                            | 2,5    | 19,0                        |
| 2,5 mon    | 2,0                                            | 2,0    | 17,0                        |
| 13 mon     | 2,2                                            | 1,9    | 20,0                        |
| 13 mon     | 2,4                                            | 1,5    | 21,0                        |
| 2a+6mon    | 2,0                                            | 1,6    | 19,0                        |
| 2a+6mon    | 2,3                                            | 2,2    | 19,0                        |
| 2a+9mon    | 2,8                                            | 3,3    | 19,0                        |
| 2a+9mon    | 3,1                                            | 3,2    | 21,0                        |

Tab.12: Gegenüberstellung von Bulbuslänge bzw. Lebensalter und dem Abstand Limbus zur Grenze P.plicata-P.plana aller untersuchten Augen temporal und nasal

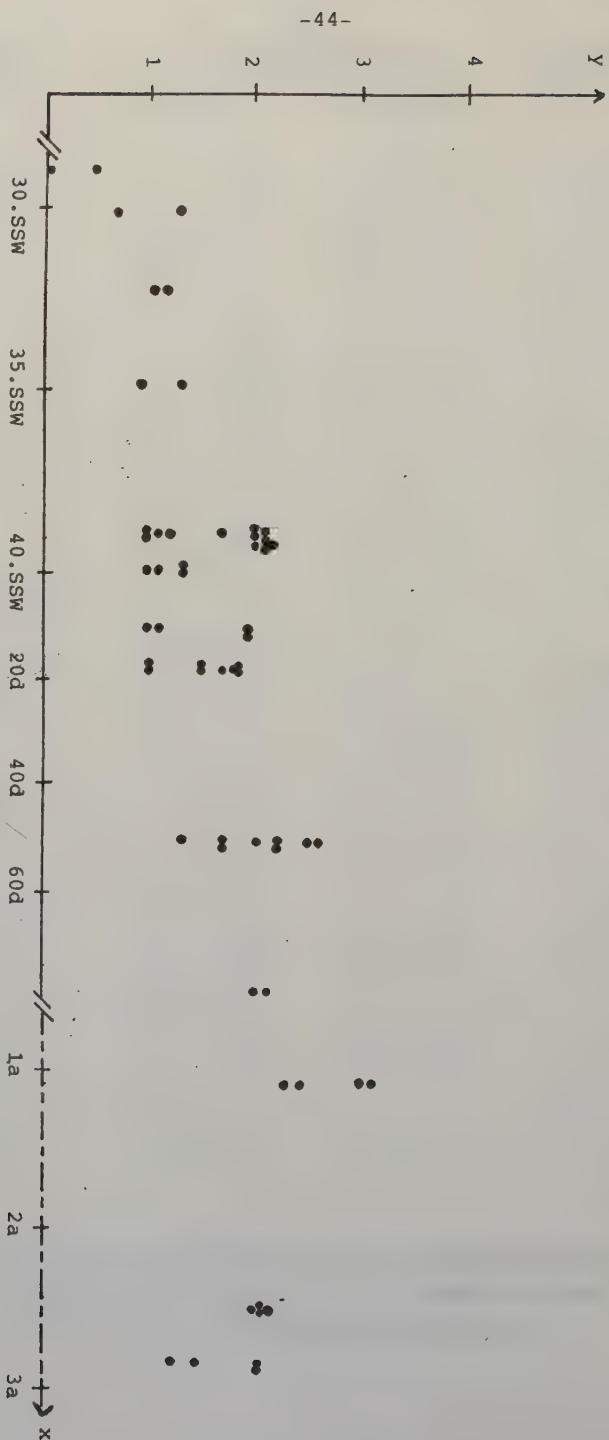
| Alter      | Abstand Limbus zu Ora<br>Ora serrata |        | Bulbus-<br>achsen-<br>länge |
|------------|--------------------------------------|--------|-----------------------------|
|            | Wert A                               | Wert B |                             |
| 26.SSW+22d | 2,1                                  | 1,9    | 14,0                        |
| 30.SSW+1d  | 1,6                                  | 2,2    | 15,0                        |
| 32.SSW+3d  | 2,7                                  | 2,8    | 15,0                        |
| 35.SSW     | 2,2                                  | 3,6    | 15,9                        |
| 39.SSW     | 2,5                                  | 2,4    | 17,0                        |
| 39.SSW     | 2,5                                  | 2,8    | 16,5                        |
| 39.SSW     | 3,6                                  | 3,5    | 18,0                        |
| 39.SSW     | 3,6                                  | 3,2    | 17,5                        |
| 39.SSW+1d  | 4,0                                  | 3,5    | 18,1                        |
| 39.SSW+1d  | 3,6                                  | 3,5    | 18,1                        |
| 40.SSW     | 2,7                                  | 2,7    | 17,0                        |
| 40.SSW     | 2,8                                  | 2,4    | 17,2                        |
| 11 d       | 1,7                                  | 2,6    | 17,0                        |
| 12 d       | 3,5                                  | 3,5    | 16,0                        |
| 34.SSW+60d | 2,5                                  | 2,1    | 16,0                        |
| 34.SSW+60d | 2,8                                  | 2,8    | 17,0                        |
| 19 d       | 3,4                                  | 3,3    | 17,0                        |
| 19 d       | 3,7                                  | 3,2    | 18,0                        |
| 52 d       | 3,7                                  | 3,5    | 18,0                        |
| 52 d       | 4,2                                  | 4,0    | 18,0                        |
| 52 d       | 3,4                                  | 3,6    | 19,0                        |
| 52 d       | 5,1                                  | 5,1    | 19,0                        |
| 2,5 mon    | 4,4                                  | 4,2    | 17,0                        |
| 13 mon     | 4,6                                  | 5,0    | 20,0                        |
| 13 mon     | 5,4                                  | 3,9    | 21,0                        |
| 2a+6mon    | 4,1                                  | 3,3    | 19,0                        |
| 2a+6mon    | 4,1                                  | 4,2    | 19,0                        |
| 2a+9mon    | 5,0                                  | 4,6    | 19,0                        |
| 2a+9mon    | 5,2                                  | 4,6    | 21,0                        |

Tab.13: Gegenüberstellung von Bulbuslänge bzw. Lebensalter und dem Abstand Limbus zu Ora serrata aller untersuchten Augen temporal und nasal

| Alter      | Breite der Pars plana |        | Bulbus-<br>achsen-<br>länge |
|------------|-----------------------|--------|-----------------------------|
|            | Wert A                | Wert B |                             |
| 26.SSW+22d | 0,5                   | 0,0    | 14,0                        |
| 30.SSW+1d  | 0,7                   | 1,3    | 15,0                        |
| 32.SSW+3d  | 1,1                   | 1,2    | 15,0                        |
| 35.SSW     | 0,9                   | 1,3    | 15,9                        |
| 39.SSW     | 1,0                   | 1,2    | 17,0                        |
| 39.SSW     | 1,1                   | 1,0    | 16,5                        |
| 39.SSW     | 2,0                   | 2,0    | 18,0                        |
| 39.SSW     | 2,1                   | 1,7    | 17,5                        |
| 39.SSW+1d  | 2,2                   | 2,1    | 18,1                        |
| 39.SSW+1d  | 2,1                   | 2,0    | 18,1                        |
| 40.SSW     | 1,3                   | 1,3    | 17,0                        |
| 40.SSW     | 1,1                   | 1,0    | 17,2                        |
| 11 d       | 1,1                   | 1,0    | 17,0                        |
| 12 d       | 1,9                   | 1,9    | 16,0                        |
| 34.SSW+60d | 1,0                   | 1,0    | 16,0                        |
| 34.SSW+60d | 1,5                   | 1,5    | 17,0                        |
| 19 d       | 1,7                   | 1,8    | 17,0                        |
| 19 d       | 1,8                   | 1,8    | 18,0                        |
| 52 d       | 1,7                   | 1,3    | 18,0                        |
| 52 d       | 2,0                   | 2,2    | 18,0                        |
| 52 d       | 1,7                   | 2,2    | 19,0                        |
| 52 d       | 2,5                   | 2,6    | 19,0                        |
| 2,5 mon    | 2,1                   | 2,0    | 17,0                        |
| 13 mon     | 2,4                   | 3,1    | 20,0                        |
| 13 mon     | 3,0                   | 2,3    | 21,0                        |
| 2a+6mon    | 2,1                   | 2,0    | 19,0                        |
| 2a+6mon    | 2,0                   | 2,0    | 19,0                        |
| 2a+9mon    | 2,0                   | 1,4    | 19,0                        |
| 2a+9mon    | 2,0                   | 1,2    | 21,0                        |

Tab.14: Gegenüberstellung von Bulbuslänge bzw. Lebensalter und der Breite der Pars plana aller untersuchten Augen temporal und nasal

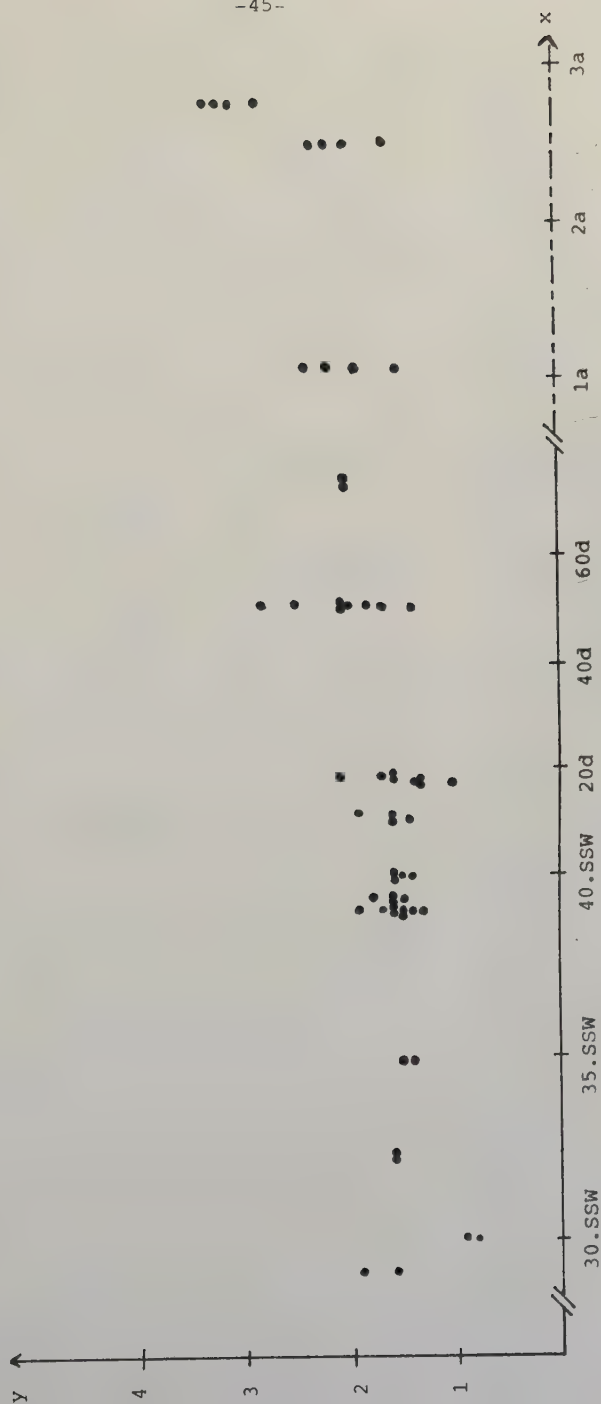
x: Lebensalter  
y: Breite der P.plana



Anmerkung:temporaler und nasaler Wert aller 29 untersuchten Augen sind eingetragen.

Abb.17: Breite der Pars plana in Abhängigkeit vom Lebensalter

x: Lebensalter  
y: Abstand Limbus zur Grenze P.plicata/P.plana

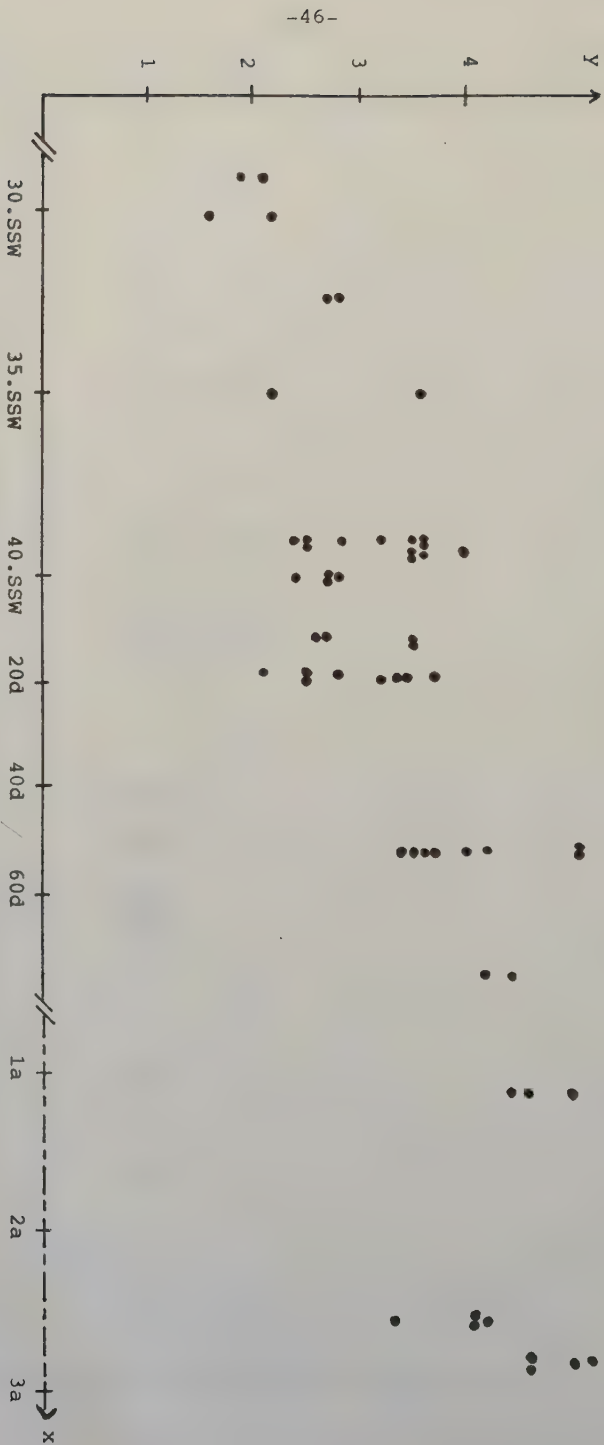


Anmerkung: temporaler und nasaler Wert aller 29 untersuchten Augen sind eingetragen

Abb.15: Abstand Limbus zur Grenze P.plicata-P.plana in Abhängigkeit vom Lebensalter

x: Lebensalter

y: Abstand Limbus zu Ora serrata



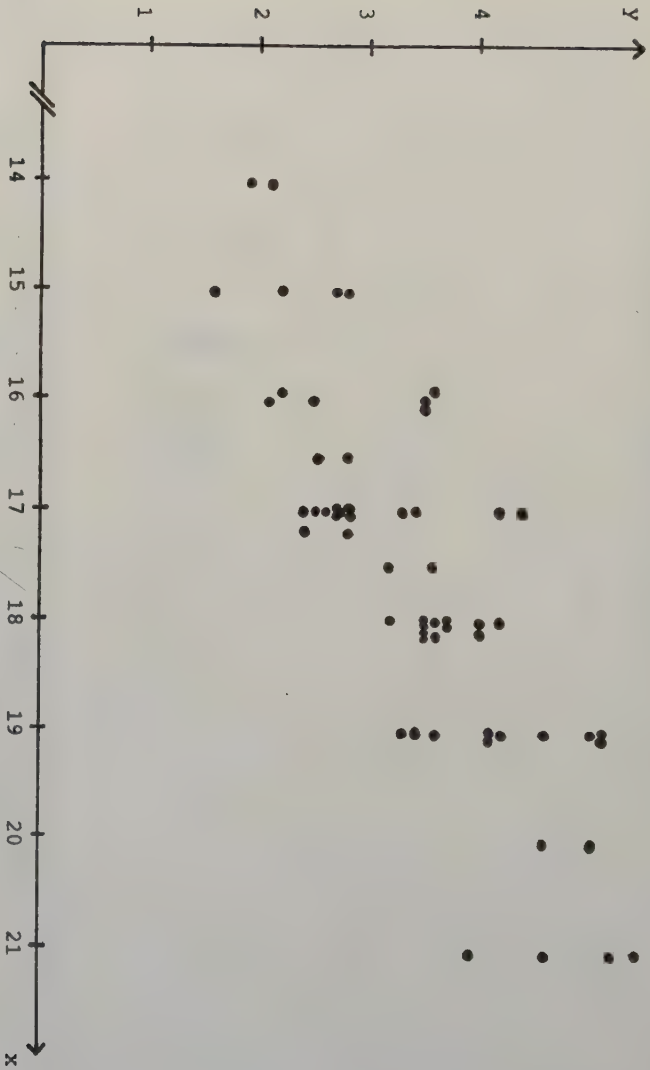
Anmerkung: temporaler und nasaler Wert aller 29 untersuchten Augen sind eingetragen

Abb. 16: Abstand Limbus zu Ora serrata in Abhängigkeit vom Lebensalter



x: Bulbusachsenlänge

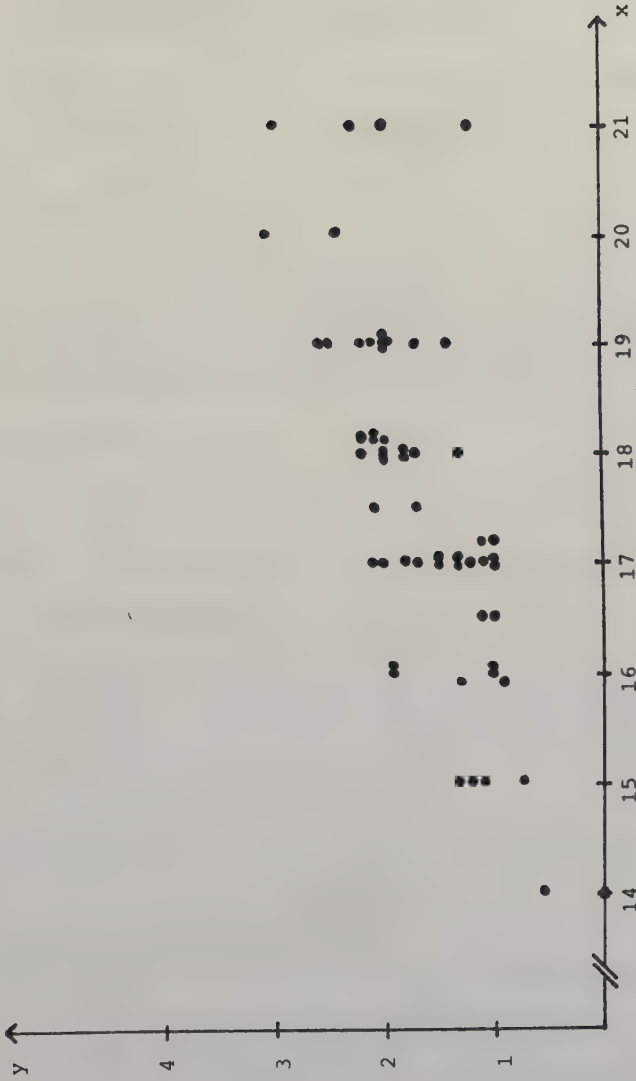
y: Abstand Limbus zu Ora serrata



Anmerkung: temporale und nasale Werte aller 29 untersuchten Augen sind eingetragen

Abb.19: Abstand Limbus zu Ora serrata in Abhängigkeit von der Bulbuslänge

x: Bulbusachsenlänge  
y: Breite der P.plana



Anmerkung: temporale und nasale Werte aller 29 untersuchten Augen sind eingetragen

Abb.20: Breite der Pars plana in Abhängigkeit von der Bulbuslänge

MESSFEHLER

(berechnet aus Abstand Kammerwinkel zur  
Grenze P.plicata-P.plana plus Breite  
P.plana minus Abstand Kammerwinkel zu  
Ora serrata)

|            | temporal | nasal |
|------------|----------|-------|
| 1          | 0,1      | 0,4   |
| 2          | 0,1      | 0,1   |
| 3          | 0,2      | 0,1   |
| 4          | 0,0      | 0,2   |
| 5          | 0,1      | 0,0   |
| 6          | 0,2      | 0,1   |
| 7          | 0,1      | 0,0   |
| 8          | 0,2      | 0,2   |
| 9          | 0,1      | 0,2   |
| 10         | 0,2      | 0,2   |
| 11         | 0,3      | 0,2   |
| 12         | 0,0      | 0,0   |
| 13         | 0,0      | 0,1   |
| 14         | 0,0      | 0,1   |
| 15         | 0,2      | 0,0   |
| 16         | 0,2      | 0,3   |
| 17         | 0,0      | 0,2   |
| <hr/>      |          |       |
| Mittelwert | 0,12     | 0,14  |

gesamter mittlerer Meßfehler: 0,13

Tab.16: Meßfehler

IV. 2 Ergebnisse der Versuche mit Insertion einer  
20 G-Injektionsnadel

Um einen Eindruck von der intraokularen Lage der Aspirations- oder Infusionsnadel im Ziliarkörper zu bekommen, wurden an 3 halbierten Augen der Einstich einer 20 G-Injektionsnadel simuliert.

-1- Auge Nr. 5, 39. SSW

Bulbus: 18,1 x 17,6 x 16,5 mm

Abstand Limbus - Grenze Pars plicata/Pars plana 1,6 mm

Abstand Limbus - Ora serrata 3,6 mm

Breite der Pars plana 2,1 mm

Die Nadel (Durchmesser 0,9 mm) inseriert 2.5 mm hinter dem Limbus (Abb. 21) und ist genau auf die Linse gerichtet. Nach dem Entfernen der Nadel ist das verbleibende Loch im Ziliarkörper zu sehen (Abb. 22). Es liegt in der Pars plana an der Grenze zur Pars plicata. Die Processi ciliares sind gerade nicht mehr in Mitleidenschaft gezogen.

-2- Auge Nr. 14, 2,5 a

Bulbus: 17,0 x 17,5 x 17,0 mm

Abstand Limbus - Grenze Pars plicata/Pars plana 2,2 mm

Abstand Limbus - Ora serrata 4,2 mm

Breite der Pars plana 2,0 mm

Die Lage der Injektionsnadel ist diesmal 1,5 mm hinter dem korneoskleralen Limbus (Abb. 23 und 24). Die Kanüle liegt gut im Ziliarkörper (Abb. 25), Ziliarkörperfortsätze oder Retinaanteile werden nicht berührt. (Die ausgeprägte Lange'sche Falte verzerrt etwas die Proportionen).

-3- Auge Nr. 18, 11 d

Bulbus: 17,0 x 17,0 x 16,0 mm

Abstand Limbus - Grenze Pars plicata/Pars plana 1,4 mm

Abstand Limbus - Ora serrata 2,7 mm

Breite der Pars plana 1,0 mm

Bei diesem Auge mit sehr schmaler Pars plana wurde die Kanüle auf dem halbierten Bulbus in verschiedenen Abständen vom Limbus nur angelegt. Abbildung 26 zeigt die Injektionsnadel in 2,5 mm Abstand vom Limbus. Deutlich erkennt man, wie die Nadel an dieser Stelle die Retina verletzen würde.

Die Nadel wird nun durch die Pars plana von innen nach außen gelegt, so daß weder die Pars plicata, noch die Ora serrata berührt werden (Abb. 27). An der Außenseite das hieße intraoperativ an der Sklerotomiestelle, beträgt der Abstand Limbus - Nadelmitte 1,5 mm.



Abb. 21: 20 G-Kanüle (K) im Ziliarkörper eines kindlichen Auges (39. SSW, Bulbuslänge 18,1 mm); sie inseriert 2,5 mm hinter dem Limbus und liegt der Linse (L) an.



Abb. 22: Ziliarkörper des gleichen Auges wie in Abb. 21 nach Entfernung der Kanüle. Auffällig ist das verbleibende Loch an der Grenze Pars plicata/Pars plana.



Abb. 23: 20 G Kanüle 1,5 mm hinter dem Limbus im Auge eines 2,5 Jahre alten Kindes (Bulbuslänge 19,0 mm; Außenansicht)

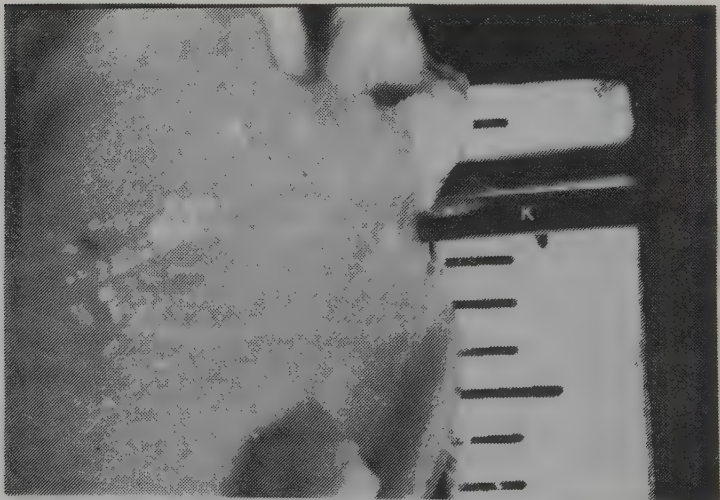


Abb. 24: Seitenansicht von Abb. 23. (K = Kanüle).

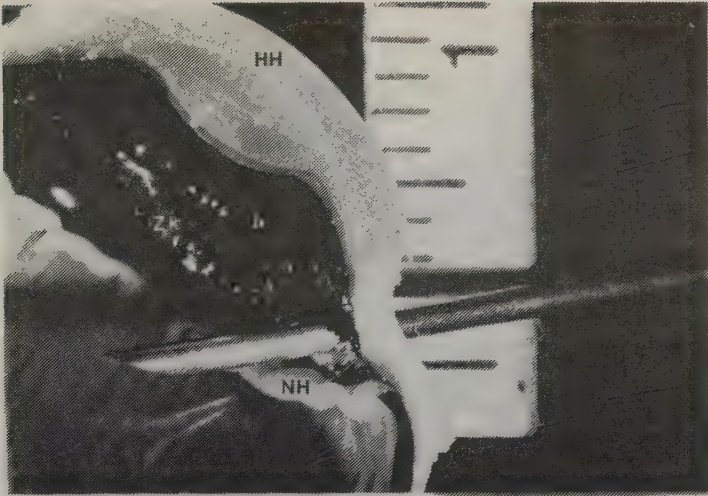


Abb. 25: Kanüle im Ziliarkörper des gleichen Auges wie in Abb. 23 und 24, Bulbus horizontal halbiert. Linse entfernt. (HH = Hornhaut, Zk = Ziliarkörper, NH = Netzhaut).

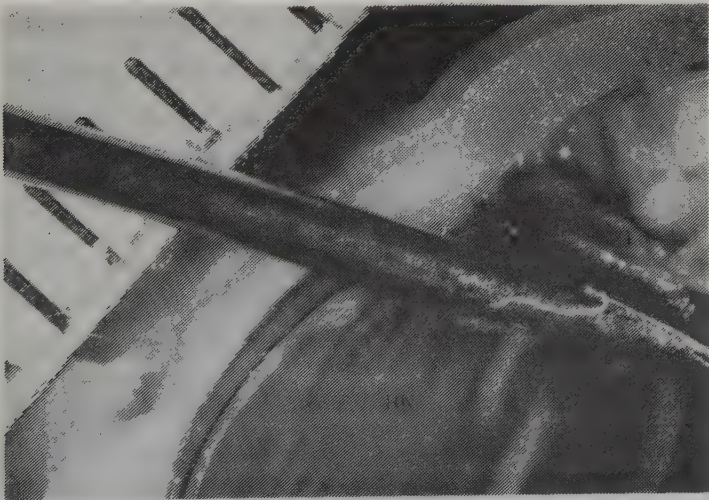


Abb. 26: Lage einer 20 G-Kanüle, die 2,5 mm hinter dem Limbus an den horizontal kallotierten Bulbus angelegt wurde (Bulbuslänge 17,0 mm). Die Pars plana dieses Auges ist mit 1,0 mm sehr schmal. (I = Iris, NH = Netzhaut).

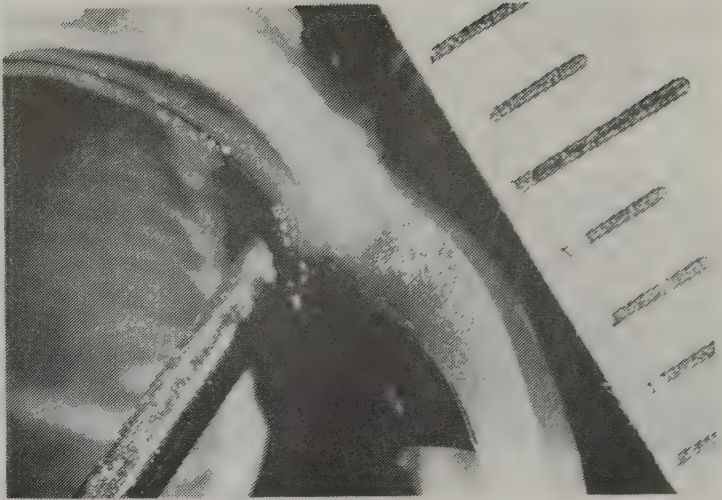


Abb. 27: Lage einer Kanüle, die hier von innen exakt durch die Pars plana (mit 1,0 mm sehr schmal) nach außen gelegt wurde. An der Bulbusaußenseite ist die 0,9 mm dicke Nadel ca. 1,5 mm vom Limbus entfernt.

## V. Diskussion

Wie aus den Tabellen 2 und 3 hervorgeht, stammen 10 der 29 untersuchten Augen von Kindern mit Miß- oder Fehlbildungen. Laut MIDGAL (1981) und JAIN (1983) liegt die Häufigkeit von systemischen Begleit'anomalien (geistige Retardierung, Mikrocephalus, Mongolismus, Taubheit) bei angeborenem Katarakt zwischen 20 und 23 %. Mit einem Anteil von etwa einem Drittel Augen dieser Kinder am Gesamtmaterial ist also eine, etwa der Wirklichkeit entsprechende Verteilung erreicht.

Die Differenz zwischen temporal und nasal gemessenen Werten spielt aus folgenden Gründen für die Ermittlung der bestmöglichen Inzisionsstelle nur eine unwesentliche Rolle:

1. Die durchschnittliche temporal-nasale Differenz ist minimal (Abstand Limbus - Grenze Pars plicata/Pars plana: 0,11 mm; Abstand Limbus - Ora serrata: 0.23 mm) und mit den intraoperativ verwendeten Meßgeräten nicht zu erfassen. Erst ab einem Alter von 2 Jahren ist die Pars plana temporal signifikant breiter als nasal.
2. Da bei der Pars plana-Lensektomie bimanuell gearbeitet wird, sind zwei gegenüberliegende Sklerotomien erforderlich (nasal und temporal oben).

Neben anderen Komplikationen, wie zum Beispiel dem chronisch cystoidem Makulaödem, Infektionen oder Immunreaktionen, wirft der Operationszugang am Ziliarkörper mehr noch als andere

Operationstechniken die Frage nach der Häufigkeit der postoperativen Netzhautablösung auf. Von besonderem Interesse ist, ob durch die Sklerotomie, beziehungsweise durch die Infusions- oder Aspirationsnadel, in Anbetracht der Schmalheit der kindlichen Pars plana, Retinaanteile verletzt werden können.

FEDERMAN et al. berichten 1982 über sieben Augen mit persistierendem, hyperelastischem primärem Glaskörper (PHPV), die via Ziliarkörper operiert wurden. Die Patienten waren zum Operationszeitpunkt 18 Tage bis 2 Monate alt. Bei Sklerotomien, die 2,0 bis 3,5 mm hinter dem Limbus durchgeführt wurden, traten in 3 Fällen Komplikationen auf. In einem Fall prolabierte ein kleines Stück Netzhaut durch den oberen temporalen Schnitt, in zwei weiteren Fällen wurde der Ansatz der Ora serrata direkt an der Pars plicata beobachtet. Dabei wurde die periphere Retina einmal von den Vitrektomiegeräten durchstoßen, eine Amotio jedoch in den beiden folgenden Jahren nicht festgestellt.

Während bei an Katarakt operierten Erwachsenen die Inzidenz der Ablatio retinae etwa 1 bis 3 % beträgt (MALBRAN et al., 1977; VOLKHOLZ, 1980), spricht DOGGART (1950) davon, daß jedes vierte an Cataracta congenita operierte Kind eine späte Netzhautablösung erfährt. Beim Erwachsenen sind die Gründe für die Amotio relativ leicht zu finden, denn Katarakt operierte Erwachsene entwickeln eine Ablatio zumeist bereits in

den ersten postoperativen Monaten, so daß in kurzer Zeit verlässliche und reproduzierbare Daten vorliegen. Ursachen für die Schwierigkeit der Bewertung bei Kindern sind die im Vergleich zu Erwachsenen wenigen Operationen, die große Vielfalt der chirurgischen Methoden, sowie die lange Zeitspanne, die zwischen Operation und Ablatio verstreicht (MALBRAN et al., 1977). KANSKI et al. (1974) sprechen von durchschnittlich 33 Jahren, ähnlich SHAPLAND (1934) mit 26 Jahren, die Untersuchungen von CORDES (1960) ergaben 22 Jahre. TOYOFUKU et al. (1980) stellten fest, daß im Mittel 23 Jahre verstreichen und daß bei 72 % der Patienten die Amotio später als 10 Jahre postoperativ auftritt. Hinsichtlich der Pathogenese dieser späten Netzhautablösung bestehen jedoch noch Kontroversen. Einerseits scheint es, daß vorgereifter, hinterer Glaskörper in durch axiale Myopie und/oder durch abnorme vitreoretinale Adhäsion disponierten Augen dafür verantwortlich ist (JAGGER et al., 1983). Auf der anderen Seite meinen TOYOFUKU et al. (1980), daß traumatische Veränderungen am Glaskörper während des Eingriffs der entscheidende Faktor sind.

Operateure, die die transsklerale Pars plana-Lensektomie durchführen, eröffnen die Sklera in verschiedenen Abständen vom Limbus corneae. Bei PEYMAN et al. (1976 - 1981) und bei GILBARD et al. (1983) liegen Aspirations- bzw. Infusionsnadel 2,5 mm hinter dem Limbus. VERBRAEKEN (1983) sklerotomiert je nach Größe des Auges (Mikrophthalmus) 2,5 bis

3,5 mm hinter dem Limbus, ebenso wie RITZINGER (1984). FERDERMAN et al. (1982) berichten von Operationen mit einer Nadellage von 2,0 bis 3,5 mm hinter dem Limbus, empfehlen aber wegen entstandener Komplikationen (siehe oben) 1,0 bis 2,0 mm. BROWN et al. (1983), diaphanoskopieren zur Ortung des Orbiculus ciliaris bei Kindern immer. GIRARD (1984 und 1985) führt die Inzision 1,5 mm hinter dem Limbus durch, weil, so argumentiert er, die Pars plana bei Kindern sehr schmal ist und die Inzision deshalb nach vorn verlegt werden müsse. Außerdem verzichtet er auf eine mechanische Absaugung, weil dadurch die Häufigkeit der postoperativen Ablatio reduziert werden könne. Netzhautablösungen sah er bisher nicht.

Nach den Meßergebnissen dieser Arbeit sind Inzisionen, die 2,5 bis 3,5 mm hinter dem Limbus erfolgen, nur noch bei normal entwickelten Kindern fortgeschrittenen Alters vertretbar. Denn an Augen von Säuglingen, die vor der 8. Lebenswoche operiert werden, entstünden dabei in vielen Fällen Verletzungen der Ora serrata, wenn nicht Perforationen der Netzhaut. In wie weit daraus Komplikationen entstehen, ist vermutlich erst in Jahrzehnten abzusehen, wenn Langzeitbeobachtungen über mindestens 30 Jahre vorliegen.

Ziel der Untersuchungen war unter anderem, herauszufinden ob ein Parameter existiert (wie z. B. Bulbuslänge, Hornhautdurchmesser oder Lebensalter) der mit den Größenverhältnissen

am Ziliarkörper korreliert. STEIN gelang dies bereits 1932 für Bulbuslänge und Abstand Limbus - Ora serrata, allerdings am Auge des Erwachsenen. Damit könnte der optimale Punkt für die Inzision mit Hilfe einfach ermittelbarer Größen (z. B. Bulbuslänge mit Ultraschallsonographie) errechnet werden.

Ein mathematischer Zusammenhang der Ziliarkörpermaße mit dem Lebensalter besteht jedoch nicht. Dies fällt bereits beim Betrachten der Tabellen 12 bis 14 auf, noch deutlicher wird es in den Abbildungen 15 bis 17. Der Abstand Limbus - Grenze Pars plicata/Pars plana und die Breite der Pars plana nehmen im Verhältnis zum Lebensalter nur langsam und keineswegs stetig zu. Selbst beim Abstand Limbus - Ora serrata, der wegen seiner Größe noch am besten korreliert, ergibt sich keine klare Linie. Ein Grund hierfür ist wohl der äußerst unterschiedliche, individuelle Entwicklungsstand in den ersten Wochen nach der Geburt, der sich bereits in so einfachen Maßen wie Gewicht und Größe äußert. Abgesehen von okulären Fehlbildungen, wie Mikrophthalmus, PHPV etc. fällt darunter natürlich auch die Entwicklung des Sehorgans.

Einen Zusammenhang zwischen den Größenverhältnissen am Ziliarkörper und dem Hornhautdurchmesser herzustellen wäre ebenfalls sinnlos, weil der Korneadurchmesser im Verhältnis zum gesamten Auge nur sehr wenig zunimmt.

Dagegen erscheint es sinnvoll, die Ziliarkörpermaße mit der Bulbusachsenlänge in Beziehung zu setzen, jedoch nicht in Form eines mathematischen Zusammenhangs, weil dazu die Streuung der Meßwerte zu groß ist (Abb. 18 bis 20). Für den Operateur sind Angaben über die kleinstmögliche Breite der Pars plana und kleinstmöglichen Abstand Limbus - Ora serrata besonders wichtig, weil die umgebenden Strukturen nicht verletzt werden sollen.

Bis zu einer Bulbusachsenlänge von 16 mm ist es nicht ungewöhnlich, daß der Abstand Limbus zur Grenze Pars plicata/Pars plana, und die Breite der Pars plana weniger als 1,0 mm und der Abstand Limbus - Ora serrata weniger als 2,0 mm beträgt. Bei einer Bulbuslänge von 16 mm bis 18 mm, wie sie die meisten Kinder zum empfohlenen Operationszeitpunkt aufweisen, liegt der Abstand Limbus - Grenze Pars plicata/Pars plana zwischen 1,0 und 2,0 mm, der Abstand Limbus - Ora serrata zwischen 2,1 und 4,4 mm und die Breite der Pars plana zwischen 1,0 und 2,2 mm. In der Gruppe mit einer Bulbuslänge von 18,0 mm bis 20,0 mm, die ebenfalls noch von Interesse ist, sind für den Abstand Limbus - Grenze Pars plicata/Pars plana Werte von 1,4 mm bis 3,5 mm, für den Abstand Limbus - Ora serrata Werte von 3,2 mm bis 5,0 mm und für die Breite der Pars plana Werte von 1,3 mm bis 3,0 mm gemessen worden (Tabelle 17). Um über Augen, die länger als 20,0 mm

sind, eine signifikante Aussage zu machen, wäre mehr Material nötig gewesen.

| Bulbus-<br>achsenlänge | Abstand Limbus<br>zur Grenze<br>P.plic/P.plana |     | Abstand Limbus<br>zu<br>Ora serrata |     | Breite der<br>Pars plana |     |
|------------------------|------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|--------------------------|-----|
|                        | von                                            | bis | von                                 | bis | von                      | bis |
| bis 16mm               | unter<br>1,0                                   | 2,0 | unter<br>2,0                        | 3,5 | unter<br>1,0             | 1,9 |
| 16-18 mm               | 1,0                                            | 2,0 | 2,1                                 | 4,4 | 1,0                      | 2,2 |
| 18-20 mm               | 1,4                                            | 3,5 | 3,2                                 | 5,0 | über<br>1,3              | 3,0 |

Alle Angaben in mm

Tab. 17: Gliederung der Meßergebnisse in Gruppen verschiedener Bulbuslänge.

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß bei Kindern mit Bulbuslängen von 16,0 bis 18,0 mm die Aspirations- bzw. Infusionskanüle am besten 1,5 mm hinter dem Limbus liegen sollte. In diesem Fall wird bei Verwendung von 20 G-Kanülen (0,9 mm Durchmesser die Ora serrata mit großer Wahrscheinlich-

keit nicht berührt. Komplikationen von dieser Seite her sind also auf ein Minimum reduziert. Man nimmt dabei allerdings in Kauf, daß die Nadel durch die Pars plicata des Ziliarkörpers geht. Es hat sich aber mit zunehmender Erfahrung in der Pars plana-Vitrektomie gezeigt, daß dies weniger gefährlich und komplikationsträchtig ist (vor allem in Bezug auf Blutungen aus der stark gefäßversorgten Pars plicata), als bisher angenommen (GIRARD, 1985; GOLDBERG, 1982; PEYMAN et. al., 1981; PROST et. al., 1982; STEFANI, 1985).

Augen, die 18 mm bis 20 mm lang sind, haben bereits eine relativ ausgeprägte Pars plana. Die Inzision kann deshalb 2,0 mm bis 2,5 mm hinter dem Limbus durchgeführt werden, ohne die Retina zu gefährden. Dadurch gewinnt der Chirurg nach vorne hin etwas Platz. Der Winkel zwischen Nadel und Augenoberfläche muß jedoch in jedem Fall berücksichtigt werden, denn bei sehr schrägem Inzisionswinkel können bei einer Skleradicke von 0,5 bis 0,7 mm (eigene Messungen) erhebliche Unterschiede zwischen Ein- und Austrittsstelle der Kanüle entstehen.

Die Durchleuchtung, die BROWN (1983) zur genauen Ortung des Orbiculus ciliaris verwendet, kann kein zuverlässiges Mittel sein. Der Anulus pigmentosus ciliaris ist nämlich beim Kleinkind sehr schlecht zu erkennen, weil seine Pigmentierung erst sehr schwach ausgeprägt ist (DAICKER, 1972).

Nach Berichten von FEDERMAN (1982) schlugen seine Versuche, die Pars plana diaphanoskopisch zu lokalisieren, zu 50 % fehl.

Probleme ergeben sich bei Patienten mit sehr kleinen Augen (Bulbusachsenlänge kleiner als 16,0 mm). Einerseits ist hier der Abstand Limbus - Ora serrata teilweise schmaler als 2,0 mm, andererseits kann aber die Iris verletzt werden, wenn die Skleraperforation weiter nach vorn verlegt wird, als 1,5 mm hinter dem Limbus corneae. Unter Umständen ist hier das Ausweichen auf eine andere Operationstechnik, z. B. Extraktion der Linse durch die Hornhaut, indiziert. Die Beurteilung der Größenverhältnisse am Ziliarkörper ist ebenfalls schwierig, wenn intraokulare Fehlbildungen vorliegen. Im Gegensatz zu häufigen systemischen Begleit'anomalien bei Cataracta congenita, fand sich im untersuchten Material nur eine intraokulare Fehlbildung: ein Iris-Linsen-Ziliarkörper-Kolobom bei Trisomie 13 (vgl. Abb. 28 und 29). Die Messungen an diesem Bulbus ergaben keine Besonderheiten, was aber keine allgemeingültige Aussage zuläßt.

Die Ergebnisse der Messungen stimmen mit denjenigen aus den Versuchen der 20 G-Injektionskanüle gut überein (vgl. III. 2). In zwei Augen mit Bulbuslängen von 17,0 mm paßte die Injektionsnadel am besten in den Ziliarkörper, wenn sie 1,5 mm hinter dem Limbus corneae inserierte. An einem Auge mit einer Bulbusachsenlänge von 18,1 mm war die Lage der

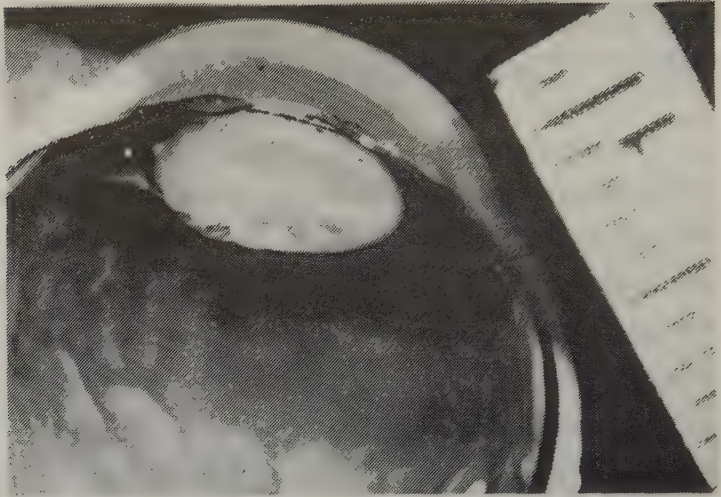


Abb. 28: Vorderer Augenabschnitt eines Auges mit Iris-Lin-  
sen-Ziliarkörper-Kolobom bei Trisomie 13. Normale  
Größenverhältnisse am Ziliarkörper.

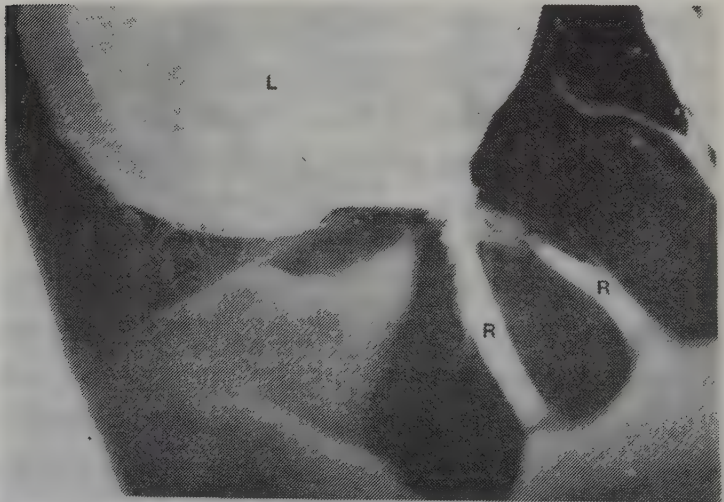


Abb.29: Ausschnittvergrößerung aus Abb. 28: Adhäsion von  
Retinaanteilen (R) an der Linse (L). Zk = Ziliar-  
körper.

Kanüle 2,5 mm hinter dem Limbus optimal.

Im allgemeinen wird es nicht nötig sein, eine Meßung der Bulbuslänge durchzuführen, wenn die Linse im empfohlenen Alter (vor der 8. Lebenswoche) extrahiert wird. Die Lensektomie kann dann routinemäßig durch Skleraperforationen 1,5 mm hinter dem Limbus corneae erfolgen. Die Ora serrata bzw. Netzhaut wird dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht in Mitleidenschaft gezogen. Bei älteren Kindern, die sonst normal entwickelt sind, kann auch 0,5 bis 1,5 mm weiter hinten inzidiert werden.

## VI. Zusammenfassung

Säuglinge und Kleinkinder mit dichter, angeborener Katarakt werden in zunehmendem Maße mit der Pars plana-Lensektomie behandelt. Diese ist aber bei Kindern schwieriger durchzuführen als bei Erwachsenen, da der Ziliarkörper klein und im Laufe der Entwicklung einem erheblichen Größenwandel unterworfen ist. Die Amotio retinae als gefährlichste Komplikation tritt erst viele Jahre nach der Linsenentfernung auf und es stellt sich die Frage, ob durch intraoperative Retinaschädigungen eine Amotio möglicherweise begünstigt wird. An 29 horizontal halbierten Augen von Säuglingen und Kleinkindern wurden die chirurgisch relevanten Strukturen des Ziliarkörpers vermessen. Als Bezugspunkt diente der Limbus corneae. Zusätzlich wurde um die intraoperative Lage der Aspirations- und Infusionsnadel zu veranschaulichen, eine 20 G-Injektionskanüle an die halbierten Bulbi in verschiedenen Abständen vom Limbus durch den Ziliarkörper gelegt. Es ergab sich, daß bei Kindern, die zur Ambylopieprophylaxe vor der achten Lebenswoche operiert werden, die Inzision am besten 1,5 mm hinter dem Limbus durchgeführt werden sollte.

Literaturverzeichnis

BLANKENSHIP GN:

Endophthalmitis after pars plana vitrectomy.  
Amer J Ophthalmol 84:815-817, 1977

BROWN GC TASMAN WS BENSON WE:

Vitrectomy in children.  
Ophthalmic Surg 14:1017-1020, 1983

CASANOVAS J QUINTANA M:

Lederhaut (Sklera). In: FRANCOIS J HOLLWICH: Augenheilkunde  
in Klinik und Praxis. Bd.I. 1. Aufl.  
G. Thieme, Stuttgart 1977

CORDES FC:

Retinal detachment following congenital cataract surgery.  
VI. Pan American Congress of Ophthalmology.  
Caracas, Venezuela 1960

CUPAK K:

Surgery of traumatic cataract by ultrasound.  
Clin ocul Pat ocul 4:331-334, 1983

DAICKER B:

Anatomie und Pathologie der menschlichen retinoziliaren  
Fundusperipherie. S. 4-10  
S. Karger: Basel, München, London, New York, Sydney 1972

DIAMOND JG KAPLAN HJ:

Lensectomy and vitrectomy for complicated cataract secondary  
to uveitis.  
Arch Ophthalmol 96:1798-1804, 1978

DOGGART JH:

The diagnosis and treatment of cataract in children.  
Med Press 224:39-43, 1950

DUKE-ELDER S, WYBAR KC:

System of Ophthalmology, Vol II: The anatomy of the visual  
system. S. 146-167.  
Henry Kimpton, 1961

FEDERMAN JL SHIELDS JA ALTMAN B KOLLER H:

The surgical and nonsurgical management of persistent hyperplastic primary vitreous.  
Ophthalmology 89:20-24, 1982

GILBARD SM PEYMAN GA GOLDBERG MF:

Evaluation for cystoid maculopathy after pars plicata-lensectomy-vitreotomy for congenital cataract.  
Ophthalmology 90:1201, 1983

GIRARD LJ:

Lensectomy through the pars plana by ultrasonic fragmentation (USF).  
Ophthalmology 86:1985-1993, 1979

GIRARD LJ:

Persönl. Mitteilung 27.03.1985

GIRARD LJ:

A versatile and simple technique for cataract removal.  
In: WARING GO: Viewpoints: Pars plana lensectomy by ultrasonic fragmentation. Surv Ophthalmol 27:96-104, 1982

GIRARD LJ:

Pars plana lensectomy and vitrectomy by ultrasonic fragmentation.  
In: JAFFE NS: Cataract surgery and its complications. 4. Aufl. S. 97-108  
C. V. Mosby, St. Louis, Toronto, Princeton 1984

GIRARD LJ:

Pars plana lensectomy by ultrasonic fragmentation. Part I and II.  
Ophthalmic Surg 15:212-220, 1984

GIRARD LJ HAWKINS RS:

Cataract extraction by ultrasonic fragmentation, vitrectomy by ultrasonic fragmentation.  
Amer Acad Ophthalmol Otolaryngol 78:49-59, 1973

GOLDBERG MF:

Pars plicata surgery for neonatal anterior segment disease.  
In: ERNEST JT: The Year Book of Ophthalmology 1982, pg. 329  
Year Book Med Publisher Chicago, London: 1982

HOGAN MJ ALVARADO JA WEDDEL JE:

Histology of the human eye. S. 305-306

W. B. Saunders, Philadelphia, London, Toronto 1971

JAGGER JD COOLING RJ FISON LG LEAVER PK MCLEOD D:

Management of retinal detachment following congenital cataract surgery.

Trans ophthalmol Soc UK 103:103, 1983

JAIN IS PILLAI P GANGWAR DN DHIR SP KAUL VK:

Congenital cataract. Etiology and morphology.

J paediatr Ophthalmol Strabism 20:238-242, 1983

JAKOBIEC FA OZANICS V:

General topographic anatomy of the eye.

In: JAKOBIEC FA: Ocular anatomy, embryology and teratology. S. 4.

Harper + Row, Philadelphia, 1982

KAMPIK A:

Kongenitale Katarakt: Operative Therapie.

Tagg. Vereinigg. Bayer. Augenärzte, München 1985

KAMPIK A:

Reaktive Veränderungen an Pars plana-Inzisionen.

Fortschr Ophthalmol 81:469-471, 1984

KAMPIK A LUND OE SALBERT R:

Pars plana-Lensektomie, Indikationen und Komplikationen.

82. Tagg. Dtsch. Ophthalmol. Ges., Frankfurt 1984

KANSKI JJ ELKINGTON AR DANIEL R:

Retinal detachment after congenital cataract surgery.

Brit J Ophthalmol 58:92-95, 1974

LAATIKAINEN L TARKKANEN A:

Microsurgery of persistent hyperplastic primary vitreous.

Ophthalmologica 185:193-198, 1982

MACHEMER R:

Vitrectomy: A pars plana approach.

Grune + Stratton, New York 1975

MACHEMER R NORTON EWD:

A new concept for vitreous surgery. 3. Indications and results.

Amer J Ophthalmol 74:1034-1056, 1972

MALBRAN E DODDS R HULSBUS R:

The influence of new surgical procedures on retinal pathology in aphakia after congenital cataract surgery.

Mod probl Ophthalmol 18:511-517, 1977

MANN I:

The neural ectoderm.

In: Mann I: The development of the human eye. 2. Aufl.

Brit Med Ass, London 1949

MEREDITH TA:

A poor procedure for routine cataract extraction.

In: WAARING GO: Viewpoints: Pars plana lensectomy by ultrasonic fragmentation.

Surv Ophthalmol 27:96-104, 1982

MIDGAL C:

Congenital cataracts. Management and visual results.

J Paediatr Ophthalmol Strabism 18:13-21, 1981

NEETENS A RUBBENS MC:

Pars plana lensectomy.

Bul Soc Beleg Ophthal 183:94-102, 1979

OZANICS V JAKOBIEC FA:

Prenatal development of the eye and its adnexa.

In: JAKOBIEC FA: Ocular anatomy, embryology and teratology. S. 11-96

Harper + Row, Philadelphia 1982

PEYMAN GA RAICHAND M GOLDBERG F:

Surgery of congenital and juvenile cataracts: a pars plicata approach with the vitreophage.

Brit J Ophthalmol 62:780-783, 1978

PEYMAN GA RAICHAND M OESTERLE MF:

Pars plicata lensectomy and vitrectomy in the management of congenital cataract.

Ophthalmology 88:437-439, 1981

PEYMAN GA SANDERS DR NAGPAL KC:

Management of persistent hyperplastic primary vitreous  
by pars plana vitrectomy.  
Brit J Ophthalmol 60:756-758, 1976

PEYMAN GA SANDERS DR ROSE M KOREY M:

Vitreophage in management of congenital cataracts.  
Graefes Arch klin exp Ophthalmol 202:305-308, 1977

PROST M WITSCHER H MACKENSEN G:

Topographisch-metrische Beziehungen zwischen Limbus  
corneae, Kammerwinkel, Iris und Corpus ciliare. Ein  
Beitrag zur "chirurgischen Anatomie".  
Klin Mbl Augenheilk 181:490-492, 1982

RITZINGER J:

Phakoemulsifikation bei Säuglingen.  
Klin Mbl Augenheilk 181:130-131, 1984

ROHEN JW:

Morphologie und Embryologie des Sehorgans.  
In: FRANCOIS J HOLLWICH F: Augenheilkunde in Klinik und  
Praxis. Bd. I  
G. Thieme, Stuttgart 1977

SHAPLAND CD:

Retinal detachment in aphakia.  
Trans Ophthalmol Soc Uk 54:176-196, 1934

STARK WJ LINDSEY PS FAGADAU WR MICHELS RG:

Persistent hyperplastic primary vitreous. Surgical treatment.  
Ophthalmology 90:452-457, 1983

STARK WJ TAYLOR HR MICHELS RG:

Management of congenital cataracts.  
Ophthalmology 86:1586-1598, 1979

STEFANI FH:

Persönl. Mitteilung 10.05.85

STEIN R:

Beiträge zur Topographie und Anatomie der Ora serrata und  
des Orbiculus ciliaris.  
Arch Augenheilk 106:145-184, 1932

STRAATSMA BR LANDERS MB KREIGER AE:

The ora serrata in the adult human eye.  
Arch Ophthalmol (Chicago) 80:3, 1968

STÄRK N:

Indikation und Technik der Operation kongenitaler Katarakte.  
Fortschr Ophthalmol 82:152-157, 1985

SUGAR HS:

Surgical anatomy of glaucoma.  
Surv Ophthalmol 13:143, 1968

TARDIF YM SCHEPENS CL:

Closed vitreous surgery. XV. Fibrovascular ingrowth from  
the pars plana sclerotomy.  
Arch Ophthalmol 95:235-239, 1977

TAYLOR D:

Choice of surgical technique in the management of con-  
genital cataracts.  
Trans ophthalmol Soc UK 101:114-117, 1981

TOYOFUKU H HIROSE T SCHEPENS CL:

Retinal detachment following congenital cataract surgery-  
Arch Ophthalmol 98:669-676, 1980

VAUGHAN D ASBURY T:

General Ophthalmology. 10. Aufl., S. 120-128  
Lange, Los Altos 1983

VERBRAEKEN H COPPIETERS R:

Lensectomy and partial anterior vitrectomy in congenital  
cataract.  
Bull Soc belge Ophtal 206:41-48, 1983

VOLKHOLZ H:

Intraoperative und postoperative Komplikationen bei  
Kataraktextraktionen. S. 52  
Dissertation München, 1980

VÖLCKER HE LANG GK NAUMAN GOH:

Zur Chirurgie des hinteren Polstars bei persistierendem  
hyperplastischen primären Glaskörper (PHPV).  
klin Mbl Augenheilk 183:79-85, 1983

WARING GO:

Viewpoints: Pars plana lensectomy by USF.  
Surv Ophthalmol 27:96-104, 1982

## Lebenslauf

Ich wurde am 31. August 1962 als Sohn des Bankkaufmannes Rudolf Georg Dietl und seiner Frau Elisabeth Dietl, geborene Sperrer in Freising geboren.

Von 1968 bis 1972 besuchte ich die Grundschule in Moosburg a. d. Isar. In der Zeit von 1972 bis zum Abitur 1981 war ich Schüler des Josef-Hofmiller-Gymnasiums in Freising.

Von 1981 bis 1987 studierte ich Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München.











